

## TODAY

## 地球環境に優しい熱処理技術を目指して



一般社団法人  
日本熱処理技術協会 (JSHT)  
専務理事 細谷 佳弘

(一社)日本熱処理技術協会は、正会員数約700名、維持会員企業数約400社の小ぢんまりとした学会ですが、その歴史は古く2020年に創立60周年を迎えました。鉄鋼材料を主としたバルク熱処理と表面硬化熱処理を広くカバーしたユニークな学会であり、1)材料を活かして使う熱処理技術・地球環境にやさしい熱処理技術、2)限りある資源を大切に活用する熱処理技術、3)熱処理する立場の人から使う立場の人までのことを考えた熱処理技術の3点を基本理念とし、下線部がキーワードとなります。最近では地球温暖化対策のための省エネルギーやCO<sub>2</sub>削減など、熱処理及び熱処理設備が抱える技術課題が多くなり、学会のアクティビティーもそうした課題に応える取組みが重きをなすようになって来ました。

そうした背景から、協会創立60周年記念事業の一環として2021年に「熱処理用革新材料のロードマップ」をまとめました(「熱処理」61巻5号(2021))。ロードマップは、「省資源」、「省エネルギー」、「高強度・長寿命化(表面硬化用鋼)」、「強度-延塑性バランス(バルク組織制御)」の4部構成です。

タイミング良く2022年度は(一社)日本塑性加工学会の連合講演会にて他学協会のロードマップ紹介を目的とした特別講演が企画され、トップバッターとして6月に(公社)自動車技術会より自動車技術のロードマップが紹介されました。光栄にも日本熱処理技術協会が2番手を頼まれましたので、11月に「熱処理用革新材料のロードマップと浸炭技術の進歩」と題してお話ししました。そのポイントを以下に紹介します。

“省資源技術”については、結晶粒の微細化、

窒素活用、ユビキタス元素としてボロン活用などについて紹介し、それらの最適化に当たって計算科学の援用に言及しました。“省エネルギー”については、1)エコプロセス、2)エコプロダクト、3)エコソリューションのカテゴリーで整理し、1)では素材製造工程の省エネ技術として焼きなまし及び焼きならし省略技術について、2)では鉄鋼製品を使用する段階を念頭に置いて真空浸炭や浸炭に置き変わる熱処理技術について紹介し、3)ではエネルギー原単位削減に寄与する技術について紹介しました。“表面硬化用鋼”については、ガス浸炭焼入れから真空浸炭焼入れへの工程変更、電気エネルギーを使う高周波焼入れの適用、浸炭焼入れ処理から窒化処理への工程変更、表面硬化処理技術を複合した新たな表面硬化処理技術などについて紹介しました。“バルク組織制御”については、加工熱処理による結晶粒微細化プロセス、析出粒子の微小化・分散制御技術、複合組織による加工硬化・破壊挙動の制御技術、マルテンサイト単一組織鋼の応用、オーステナイト鋼の構造材料への展開について紹介しました。

塑性加工と熱処理は、金属材料の特性を相補的・相乗的に引き出す重要な二次加工技術であるため、成形型の表面硬化処理と高強度鋼板の塑性加工時の境界領域の諸現象に対する理解を深めるため、2023年度以降も継続して両学協会連携することを合意しました。

さて、当協会では本年11月13日~17日の間第28回熱処理国際会議(IFHTSE2023)をパシフィコ横浜で開催します。熱処理技術に関わるあらゆるスコープをカバーしたCongressであり、国内外から多くの参加者をお迎えして熱処理とその周辺技術に関する熱い議論が交わされる事を期待しています。

熱処理は古くて新しい技術として脚光を浴びており、地球環境に優しい熱処理技術の創生を期待したいものです。

## 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5年度政府予算の概要) 経済産業省 製造産業局 金属課 金属技術室 室長 伊藤 隆庸

### 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、本年3月28日に成立した令和5年度政府予算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

鉄鋼は、2050年のカーボンニュートラル社会においても、自動車や各インフラ、電子電気機器等で大きな需要が見込まれておりますが、製造過程でCO<sub>2</sub>を多く排出することが課題となっております。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て、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」プロジェクトでは、現在普及している高炉法を生かした水素の大量吹込みによる大規模な高炉水素還元技術や高炉排ガスに含まれるCO<sub>2</sub>の還元剤等への利活用技術等の開発、電炉法における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。

#### 【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、製鉄所内水素を活用した高炉における水素還元技術及びCO<sub>2</sub>分離回収技術などにより、製鉄プロセスからCO<sub>2</sub>排出量を30%以上削減する技術の実装を目指し、実炉実証試験に向けた操業条件の検討や実高炉(5,000m<sup>3</sup>級)での実証試験等を実施します。具体的には、日本製鉄(株)東日本製鉄所君津地区第二高炉において、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CO<sub>2</sub>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CO<sub>2</sub>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CO<sub>2</sub>排出を50%以上削減する技術の実証を目指し、要素技術開発、小規模試験高炉(水素直接吹込み(SuperCOURSE50):12m<sup>3</sup>、高炉排ガスに含まれるCO<sub>2</sub>活用(カーボンリサイクル高炉):150m<sup>3</sup>規模)での検証試験、中規模試験高炉(500m<sup>3</sup>級以上)での実証試験等を実施します。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、また、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、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1/25~1/5規模)において、現行の高炉法と比較してCO<sub>2</sub>排出を50%以上削減する技術の実証を目指し、要素技術開発、小規模試験炉(実炉の1/250~1/150規模)での検証試験、中規模直接還元炉(実炉の1/25~1/5規模)での実証試験等を実施します。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/hr)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、要素技術開発、小規模試験電炉・炉外処理炉(処理量3t~10t規模)での検証試験、大型試験電炉・炉外処理炉(処理量約300t規模)における実証実験等を実施します。(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。

## 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)

- **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。**
- 2021年9月に『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』を策定・公表<sup>※1</sup>。2030年度までの10年間で、**国費負担額として1,935億円(上限)を支援。** ※1: <https://www.meti.go.jp/press/2021/09/20210914002/20210914002.html>

### 【1-①】所内水素を活用した水素還元技術等の開発

140億円

- 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CO<sub>2</sub>分離回収技術等により、**製鉄プロセスからCO<sub>2</sub>排出を30%以上削減**する技術の実装。

### 【1-②】外部水素や高炉排ガスに含まれるCO<sub>2</sub>を活用した低炭素技術等の開発

1,214億円

- 2030年までに、**中規模試験高炉(500m<sup>3</sup>級以上)において、製鉄プロセスからCO<sub>2</sub>排出を50%以上削減を実現する技術を実証。**

### 【2-①】直接水素還元技術の開発

345億円

- 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CO<sub>2</sub>排出を50%以上削減を達成する技術を実証。**

### 【2-②】直接還元鉄を活用した電炉の不純物除去技術開発

236億円

- 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。**

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5年度金属技術開発関連予算

本年3月28日に、令和5年度の政府予算が成立いたしました。経済産業省関連予算は、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1.7兆円で、令和4年度当初予算額に比べて約1.4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5年度予算は以下の2事業で、総額は24億円となっています(図2)。これまで「環境調和型プロセス技術の開発事業」として行ってきたCOURSE50プロジェクトはグリーンイノベーション基金に移行し、「アルミニウム素材高度資源循環システム構築事業」は新規事業である「資源自律経済システム開発促進事業」に統合されることとなりました。

令和5年度金属課関連予算の概要

令和5年3月  
(単位: 億円)

事業名	令和4年度 予算額	令和5年度 予算額	対前年度 増減
①環境調和型プロセス技術の開発事業	13.5	—	—
②アルミニウム素材高度資源循環システム構築事業 ※令和5年度は④「資源自律経済システム開発促進事業」に統合	4.5	—	—
③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	7.9	12.0	4.1
④資源自律経済システム開発促進事業 ※令和4年度まで「資源循環システム高度化促進事業」として実施	3.15	12.0	—
(参考) グリーンイノベーション基金(令和2年度3次補正)			
○製鉄プロセスにおける水素活用	国庫負担額: 上限1,935億円		
○次世代蓄電池・次世代モータの開発	国庫負担額: 上限1,510億円		

図2: 令和5年度金属課技術開発関連予算の概要

### (1) 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5年度予算額: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。

令和5年度は、(1) 金型など設備設計・製造、(2) 設計・製造した機械装置の高速化・連続化・高品質化のための改造、(3) データベースの構築、部材製造、特性評価を行います。



図3：合金探索手法イメージ

## (2) 資源自律経済システム開発促進事業 (令和5年度予算額：12億円)

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。

本事業の中で、アルミニウムの高度循環利用の実現を目指し「アルミニウム素材高度資源循環システム構築」事業として、①不純物の軽減（地金製造時において、不純物除去技術を高度化する技術）、②不純物の無害化（素材製造時での不純物を含有するアルミニウムの品質を向上する）に関する技術開発を実施します。また、令和5年度より、新たなレアアース分離精製技術の確立を目指し「サプライチェーン強靱化に資する未利用レアアース分離精製技術開発」を開始し、未利用資源等からの高効率レアアース分離技術開発を実施します。



※1：(1) 高度循環型システム基盤構築  
※2：(2) サプライチェーン強靱化に資する未利用レアアース分離精製技術開発、(3) アルミニウム素材高度資源循環システム構築

図4：事業イメージ

参考：経済産業省ホームページ  
・令和5年度経済産業省関連予算等の概要  
[https://www.meti.go.jp/main/yosan/yosan\\_fy2023/index.html](https://www.meti.go.jp/main/yosan/yosan_fy2023/index.html)

### 【人事異動】

○令和5年3月31日付  
退職：豊田 俊介  
[旧] 磁性・先進技術研究部長  
[新] (一社) 日本熱処理技術協会  
○令和5年4月1日付  
転入：多田 雅毅  
[旧] JFE スチール (株)  
[新] 磁性・先進技術研究部長

### 【新人紹介】

多田 雅毅 (ただまさき)  
①出身地：北海道札幌市  
②生年月日：1972年12月16日  
③最終学歴：北海道大学大学院  
工学研究科 物質工学専攻 (修士)  
④これまでの主な活動内容：1998年4月  
NKK (現 JFE スチール) 入社。入社以来、  
研究所で一貫して薄鋼板 (表面処理、缶・  
ラミネート、自動車骨格部材) に関する

高機能材料とハイテンの研究開発に従事。  
高強度缶用鋼板で令和2年度中国地方発明  
表彰特許庁長官賞受賞。  
⑤抱負：CO<sub>2</sub> 排出量削減の材料側からの  
軽量化アプローチに加えて、製鉄プロセス  
でのカーボンニュートラル実現のため産  
学官連携による協創が進むように奮励し、  
SDGs 達成やグリーン社会の構築に貢献で  
きるように責任を持って取り組みたい。  
⑥趣味：サイクリング、スキー、旅行。

The Japan Research and Development Center for Metals  
JRCM NEWS / 第436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 2023年5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](mailto: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。