

## TODAY



パンデミックの中、  
材料工学教育に思うところ  
東京大学 大学院工学系研究科  
マテリアル工学専攻  
教授 森田 一樹

このたび、恐れ多くも3度目の巻頭言執筆の依頼をいただいた。2010年に寄稿して以来、自身の(最長)在職期間が3分の1となった今、当時の原稿を読み返し、己のゼロ成長には忸怩たる思いである。今年にはTOKYO 2020に沸く中で自身の節目を平和に迎えるはずであったが、地球規模の事件に席卷され、忘れていたスイッチが9年ぶりに入った。

大学の研究室は4月7日に閉鎖し、5月25日時点で未だ学生は自宅待機、我々教職員は予定通りの講義や会議をテレワークでこなしている。医療関係の方々をはじめ、命を懸けて奮闘されているエッセンシャルワーカーの皆様には本当に頭の下がる思いであり、自宅という安全地帯で安穩と過ごすことに気後れしつつ、材料工学・素材産業の持続的な発展を念頭に、ポストコロナで危惧される希薄な人間関係における人材育成に思うところを認めたい。

リモート講義に関する学生からの評価はまだもらっていないが、やる方は肉体的に楽である。大学によってはオンデマンドの録画ビデオアップも可能と伺うが、我々は双方向で行っている。YouTube世代にとってはもはや新しくない生活様式なのか、出席者数は通常の対面講義に較べて圧倒的に多い。講義中“挙手”や“チャット”により理解度は確認できるが、最初と最後の挨拶や質問対応以外はmuteのため、普段は顔色を窺って突っ込みながら進める自分にとって、遠くなった学生との距離感は否めない。恐らく学生同士もそのはずであり、このdistanceは一時的なものであって欲しい。これまでの唯一の質問は、「先生、(講義中遠吠えしていた我が家の)ワンちゃん見せて下さい」である。もちろん、エンディングは犬に手を振らせた。ただ、卒論研究、修論研究で実験を必要とする学生は、データ整理と論文執筆しか行えず、一刻も早い規制緩和を待ち望んでいるが、将来このような事態に直面した際の対応は、重要な検討項目である。

新素材ブームから30余年、国内の大学からは“冶金”はおろか“金属”という学科名も消え、それに代わる“材料”・“マテリアル”という学術・研究領域もまた、その重要性とは裏腹に世間の認知度は伸び悩んでいる。あらゆる分野で、大学院化によりウェイトは教育から研究にシフトされつつあるが、体系化された知の伝承による人材育成という大きな責務を決して忘れてはならない。もちろん漠然と〇〇学を説くのではなく、その科目を学ぶ必要性、活用例をリアルタイムで結びつけることにより活きた科目になる。我々の大学では、大グループに分かれて入学した教養学部生が2年次に進学先の学科を決めるため、1,2年生を対象に“材料・マテリアルとは”を啓蒙し、リクルート活動に尽力しているが、大学入学前にもう少し身近に接する機会があれば強く感じる。徐々に、大学教員や社会人による講演会・模擬講義等の中高生へのアウトリーチ活動も広がりつつあるが、文部科学省の指導要領に準拠した教育姿勢に進化が見られないのは残念である。就活に先立ちインターンシップを経験する学生が急増するように、学園祭やオープンキャンパス以外に、本格的な高大連携教育プログラムを確立すること等で、大学進学時の興味や目的意識が高められればと思う。まさにこれからの生活様式として遠隔ネットワークが構築できそうである。

一方、我々の世代に較べて、多くの学生の気質は誠実で、講義の出席率も高く、レポートの期日も守る。ただ、10といえば10やるが11やらないという態度も見られがちで、その姿勢で研究に臨んでいただきたくない。遊び心の重要性を身近な学生には非公式に訴えている。また、パワハラにならない程度に、研究室ミーティングの際などに学生に諮問をする。その際、次に何を聞かれると思うか…と問うてみると、期待以上のリアクションをもらうこともあり、俯瞰的な理解度がわかる。研究を通じた教育では、答えを知る(研究成果を挙げる)ことよりは、研究課題の解決に至る考え方・方法論を創り出す経験がより重要であるという信条で学生の指導を続けてきた。思考回路の脱マニュアル化こそが創造をもたらし、現在のような非常事態を生き抜く能力にも相通するのではないだろうか。

# 2019年度事業報告と2020年度事業計画（概要）

## 一般財団法人金属系材料研究開発センター

### 2019年度事業報告

#### 事業の概要

当センターでは、平成23（2011）年6月27日付にて内閣府からの移行認可を得、同年7月1日付けで一般財団法人に移行している。2019年度（2019年4月1日～2020年3月31日まで。以下、同じ。）は、一般財団法人としての第9年度目の事業となった。

2019年度は、前年度からの継続の研究開発・調査研究プロジェクト6件、新規1件の合計7件を円滑に進めることができ、そのうち3件を完了することができた。

さらに、「ゼロカーボンスチール実現に向けた技術開発」等の2020年度以降の金属材料技術関連での新しい研究開発プロジェクトの企画に積極的に対応している。

以上の結果、当センターの活動において多くの大学、公的研究機関の研究者の方々と密接に連携し、幅広い材料関連の研究の充実に貢献できた。

また、当センターを支援していただいている賛助会員企業のみなさまや関連の大学、団体に対しては積極的にサービスすることとしており、各種の相談の受け付けや公的施策や公的機関の情報提供サービスを行った。

#### 1. 研究開発

2012年度、2013年度にそれぞれ10年間の未来開拓型プロジェクトとしてスタートした「次世代自動車向け高効率モーター用磁性材料技術開発」、「未利用熱エネルギーの革新的活用技術研究開発」、2018年度から2022年度の5年間の「超高圧水素インフラ本格普及技術研究開発事業／新たな水素特性判断基準の導入に関する研究開発」、2018年度～2019年度の2年間の「新型高圧水素タンク用鋼材の可能性調査」、「鉄鉱石の劣質化に向けた高級鋼材創製のための革新的省エネプロセスの開発（先導研究）」及び3年計画の最終年度となった経済産業省からの補助事業である戦略的基盤技術高度化支援事業（サポイン事業）「金属蒸気触媒CVD技術を用いたミニマルファブ用絶縁基板上グラフェン直接合成装置の開発」の研究開発プロジェクトを各研究開発計画に則り円滑に進めることができた。

また、2019年度の新規案件として、NEDOから「鉄鉱石の劣質化に向けた高級鋼材創成のための革新的省エネプロセスの開発（助成）」（2019年度～2023年度）の交付決定を受けることができた。

2019年度に実施した主な研究開発テーマは、表1のとおりである。

#### 2. 調査研究

前年度までに完了した研究開発プロジェクトのフォローアップ事業を実施した。

また、2019年度及び2020年度以降の新規研究開発プロジェクト提案に向けた各種の準備活動を行った。

#### 3. 情報の収集及び提供

金属系材料の製造及び利用に関する情報の収集及び提供について、次の活動を実施した。

##### (a) 情報収集・提供

経済産業局から委託を受けた戦略的基盤技術支援事業の実施等を通して、中小企業を含めた情報交流を行った。また、各種データベースの提供を通して、国の施策や情報を賛助会員企業や大学等の研究者に提供し、産・学双方の情報の収集や提供を行うことにより産学官の連携強化を図った。

##### (b) データベースの提供

インターネットのホームページでの最新情報の提供を行った。

#### 4. 普及活動

2019年度までにJRCMが実施した研究開発、試験及び評価、試験研究等の成果、調査収集した金属系材料に関する情報等について、次のような普及活動を行った。

##### (a) 広報誌「JRCM NEWS」の発行

各プロジェクトによる研究開発や調査研究の研究進捗及びJRCMの活動状況等を幅広く紹介する広報誌「JRCM NEWS」を毎月発行した。JRCM NEWSは、賛助会員会社をはじめ官公庁、大学や関係機関に配布し、インターネットのホームページで一般にも公開した。2020年3月号をもって創刊以来通算401号となった。

##### (b) インターネットホームページの活用

JRCMインターネットホームページは、各種データベースの掲載等の充実に努めるとともに、関連情報等掲載内容については常に最新の情報を掲載し、ホームページを活用しての情報発信を行った。

##### (c) 研究成果報告会等の開催および情報収集活動

○超高圧水素インフラ本格普及技術研究開発事業関連の「新たな水素特性判断基準の導入に関する研究開発」PJおよび「新型高圧水素タンク用鋼材の可能性に関する調査研究」PJは、燃料電池自動車や水素供給インフラのための低コスト且つ耐久性に優れた水素用の金属材料の開発を実施するものであるが、2019年度は、公開セッションや成果報告会において、これまでの成果の発表を実施した。

○「次世代自動車向け高効率モーター用磁性材料技術開発」PJは、高効率モーター用磁石材料や軟磁材料に関する特許調査、文献調査の成果の発表を、関連する学協会のシンポジウムやフォーラムにおいて実施した。

#### 5. 国際交流

JRCMの研究成果の発表や、磁性材料に関する海外の研究開発の調査等を実施した。

表1 2019年度のJRCMの主な研究開発・調査研究プロジェクト

プログラム名等	課題名[委託元]	期間	研究の概要
未来開拓型技術開発	次世代自動車向け 高効率モーター用 磁性材料技術開発 [NEDO 技術開発機構]	2012～ 2021年度	レアアースに依存しない革新的な高性能磁石の開発、更にはモーターを駆動するための電気エネルギーの損失を少なくする軟磁性材料の開発を行うと共に、新規磁石、新規軟磁性材料の性能を最大限に生かして更なる高効率を達成できるモーター設計の開発を行うことで、次世代自動車や家電、産業機械の心臓部であるモーターの省エネ化・競争力を確保し、我が国産業全体の活性化に寄与することを目指す。
	未利用熱エネルギーの 革新的活用技術研究開発 [NEDO 技術開発機構]	2013～ 2022年度	産業及び運輸等の分野において、利用されることなく環境中に排出されている膨大な量の熱エネルギーを削減・回収・利用する要素技術を革新し、システムとして確立することで省エネ・省CO <sub>2</sub> を促進し、それにより国際競争力の向上を行う。具体的には、蓄熱、断熱・遮熱、熱電変換、排熱発電、ヒートポンプ技術について飛躍的な性能向上を目的とした探索的な材料開発、機器開発を一貫して長期的な視点で行う。またこれらの要素技術を統合して、システムとして効果的なエネルギー利用を可能とするための熱マネジメント技術の開発を行う。
超高压水素インフラ 本格普及技術 研究開発事業	国内規制適正化に関わる 技術開発/ 新たな水素特性判断基準の 導入に関する研究開発 [NEDO 技術開発機構]	2018～ 2022年度	鉄鋼材料は鋼種や製造条件により機械的性質の水素環境の影響の受け方が大きく異なる。本研究開発では、水素ステーションの低コスト化と鉄鋼材料の安全利用を目的に、高压水素ガス環境における各種鉄鋼材料の静的強度及び延性、疲労強度、等を評価し、使用可能条件範囲(温度、ガス圧力)を明確にして最適な鉄鋼材料の選択指針を提示する。また、冷間加工時や溶接時の水素適合性に関するデータを取得して鉄鋼材料の高压水素環境への適用技術の向上と拡大を目指す。更には、相対絞り値に替わる新しい水素特性判断基準の導入について検討する。
	水素ステーションのコスト 低減等に関連する技術開発/ 新型高压水素タンク用鋼材の 可能性に関する調査研究 [NEDO 技術開発機構]	2018～ 2019年度	新型高压水素タンク用鋼材候補としての高強度鋼材探索の一環として、現状蓄圧器に使用実績のある低合金鋼をベースに既存鋼および改良鋼の高強度化の可能性について検証する。また、選定された高強度化の可能性を有する鋼材および机上調査で得た候補鋼材について高压水素ガス適合性を実験的に確認する。耐水素特性が確認された候補鋼材について材料試験結果を踏まえて高压水素タンクに適用する場合の設計パラメータ(許容応力等)を設定して新タンク設計を行うものである。
戦略的基盤技術 高度化支援事業	金属蒸気触媒 CVD 技術を用いた ミニマルファブ用 絶縁基板上グラフェン 直接合成装置の開発 [近畿経済産業局]	2017～ 2019年度	これまで実現が困難であった絶縁基板上へのグラフェン合成を可能とする、金属蒸気を触媒に用いた CVD 手法による絶縁基板上へのグラフェン直接合成技術と、半導体製造装置の小型化と高性能化、多品種少量生産に対応した低コスト化を可能にする革新的生産システムであるミニマルファブ生産システムを融合した、ミニマルグラフェン合成装置を開発し、最先端材料であるグラフェンの電子デバイスとしての産業応用分野を開拓する。
エネルギー・環境 技術先導プログラム	鉄鉱石の劣質化に向けた 高級鋼材料創製のための 革新的省エネプロセスの開発 (エネルギー・環境技術 先導プログラム) [NEDO 技術開発機構]	2018～ 2019年度	本先導研究では、本研究開発では、これまでに例の無い「鉄鉱石の脱リン処理・不純物除去プロセス」を新たに構築することによって、超高強度高級鋼材等の品質レベルを資源劣質化に拘わらず維持し、かつ、製鉄から製鋼工程に至るスラグ等の潜熱・顕熱等を制御し、資源劣質化による熱ロス増等を低減する省エネプロセスを開発する。鉱石段階で P2 として気化させてリンを除去すること等を狙っており、鉱石のリン濃度が上昇してもスラグを増加させることなく高級鋼材料を創製できる。
戦略的省エネ技術 革新プログラム (助成)	鉄鉱石の劣質化に向けた 高級鋼材料創製のための 革新的省エネプロセスの開発 [NEDO 技術開発機構]	2019～ 2023年度	本開発では、以下の4つのキーテクノロジー及び全体プロセス評価・検討について、取り組む。(1)鉄鉱石中のリン存在状態の評価、(2)鉄鉱石の脱リン技術の開発、(3)微粉鉄鉱石の利用技術の開発、(4)リン回収および資源化技術の開発、(5)全体プロセス評価・検討

## 6. 内外の関係機関、団体との連携と協調

内外の関係機関である、独立行政法人、大学、協会等との交流を深め、情報交換、共同研究などを推進し連携と協調を行った。

### (a) 各プロジェクトにおける各機関との連携と協調

- 「超高压水素インフラ本格普及技術研究開発事業」では、日本製鉄、愛知製鋼、石油エネルギー技術センター、高压ガス保安協会、九州大学等と協力した。
- 「次世代自動車向け高効率モーター用磁性材料技術開発」では、トヨタ自動車、愛知製鋼、デンソー、ダイキン工業、三菱電機、明電舎、産業技術総合研究所、東北大学等と協力した。

- 「未利用熱エネルギーの革新的活用技術研究開発」では、日立製作所、三菱重工業、パナソニック、古河電気工業、前川製作所、産業技術総合研究所、東京大学、早稲田大学等と協力した。
- 「鉄鉱石の劣質化に向けた高級鋼材料創製のための革新的省エネプロジェクトの開発(助成)」では、日本製鉄、JFE スチール、神戸製鋼所、日鉄日新、東北大学、九州大学、東大、秋田大、中部大、阪大、北大、広大、府立大、日大、日本工業大他と協力した。
- 「金属蒸気触媒 CVD 技術を用いたミニマルファブ用絶縁基板上グラフェン直接合成装置の開発」では、産業技術総合研究所と協力した。

## (b) 金属関係諸機関との連携と協調

(一社)日本鉄鋼協会、(公社)日本金属学会、(一社)日本塑性加工学会等の学術団体及び(一社)日本鉄鋼連盟や(一社)日本アルミニウム協会等の業界団体、(特)LED照明推進協議会等の諸機関と緊密に連携をとり、金属系材料の研究開発及び調査研究の円滑な進展を図った。

## (c) 新素材関連団体連絡会

定期的に行っている新素材に関する情報交換活動として、(一社)ニューガラスフォーラム、(一財)ファインセラミックスセンター、(一社)日本ファインセラミックス協会及び(一財)化学研究評価機構とは、新素材関連団体連絡会を引き続き開催して情報や意見交換を行った。

## 7. その他の事業

(a) 南二三吉教授(大阪大学)を初めとした関係各位の努力により、我が国から提案していた破壊評価規格ドラフト ISO/FDIS 27306 が平成 21 年 4 月末の最終投票で P メンバー投票国の満場一致で可決され、正式に ISO 規格として誕生し、発効された。

この規格は、構造要素と破壊靱性試験片(小型材料試験片)の間の塑性拘束差を補正し、破壊靱性試験結果から構造要素の破壊性能を高精度で評価可能とするものであり、これにより、従来手法の問題点である過度な安全側評価傾向が合理的に排除される。本手法の適用メリットは、特に降伏比(降伏応力と引張強さの比)の高い高強度鋼に対して大きく、高強度鋼の大型構造物への適用拡大に資することが期待される。

本事業は、経済産業省基準認証研究開発事業「鉄鋼材料の破壊靱性評価手順の標準化」(平成 14~16 年度)事業の成果を基に、当センターがフォローアップ事業として「鉄鋼材料の破壊靱性評価手順の標準化委員会」を運営してきているものである。当該事業は、高級鋼材を鋼構造物の設計施工に活用するにあたり、その安全性、信頼性に関わる評価手法を適切に定める規格を目指しており、我が国の重工、機械、建築等の産業の競争力を発展拡大すると共に、高級鋼生産技術で世界をリードする鉄鋼業の活性化の観点からもその重要性は大きいと考えられ、本規格をフォローアップしています。

(b) 過去に実施した研究開発の補完研究を実施するとともに、必要なフォローアップを実施した。

## 2019 年度決算予想

2019 年度は、内閣府認可の公益目的支出計画(2011 年度からの 20 年間)の研究開発を中心に積極的に事業活動を実施した結果、正味財産額は 37,601,359 円の減額となり、2019FY 末時点で 1,588,359,816 円となりました。内閣府認可の公益目的支出計画を順調に進めてきております。2019 年度の正味財産増減計算書は表 2 のとおりです。

表 2 2019 年度の正味財産増減計算書(予想)

(単位:円)

科目	2019 年度 (2019.4.1-2020.3.31)
経常収益	
事業収益	31,591,174
受取会費	31,562,704
有価証券運用益	6,588,500
受取利息	4,532
業務受託収益	47,300,000
雑収益	2,567,033
経常収益計	119,613,943
経常費用	
事業費	28,230,680
管理費	128,914,622
経常費用計	157,145,302
当期経常増減額	-37,531,359
税引前当期一般正味財産増減額	-37,531,359
法人税等	70,000
当期一般正味財産増減額	-37,601,359
一般正味財産期首残高	1,625,961,175
一般正味財産期末残高	1,588,359,816

## 2020 年度事業計画

2020 年度は、前年度からの継続である大型プロジェクト 4 件を円滑に進めるとともに、新規プロジェクト募集に積極的に企画提案し、効率的な実施体制を組織し、当該研究開発プロジェクトの成功に貢献し、また、既に完了した研究開発プロジェクトの実施後評価フェーズへの橋渡しが円滑に移行できるよう注力いたします。さらに、次年度以降の新規の材料関連プロジェクトの企画立案に努めます。こうした研究開発プロジェクトの企画機能に加え、産学官連携の推進を図るためのさまざまな活動に取り組み、産学官連携活動推進機関としての役割を強化するとともに、材料関係の諸機関との協力をベースにして材料研究開発の強化が図れるような情報の収集、提供、人材育成支援、情報交流の場の提供を行い、当センターの活動において、多くの大学、公的研究機関の研究者の方々との連携によるシナジー効果を高めるように努力します。

当センターの有する能力を最大限に発揮し、社会貢献できる体制の構築を図るとともに、外部関係機関等との連携を強化し、産学官連携活動の中核機関との評価を得るべく、2020 年度の事業に取り組むこととしています。

2020 年 6 月時点で、今年度の新規公募案件に対し、賛助会員企業や大学、研究機関等とともに、NEDO に対し「ゼロカーボンスチール実現に向けた技術開発」及び「新型高圧水素タンクへの高強度低合金鋼の適用に関する研究開発」の 2 件、経済産業局に対し「戦略的基盤技術高度化支援事業」3 件の合計 5 件の企画提案を実施し、その採否を待っているところです。

The Japan Research and Development Center for Metals  
JRCM NEWS / 第 404 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 2020 年 6 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  
ホームページ URL <http://www.jrcm.or.jp/>  
E-mail [jrcm@oak.ocn.ne.jp](mailto:jrcm@oak.ocn.ne.jp)