

## TODAY

## 大切に 鶴のようなもの



京都大学大学院 工学研究科  
材料工学専攻 教授  
乾 晴行

10年位前、所属専攻の3人の教授でプロジェクトの研究テーマについて議論しているとき、後にプラストンと命名する概念を私が説明すると、京都を出身地とする教授が『『ぬえ』のような話ですね』と感想を述べました。皆様はこの『『ぬえ』のような』という形容詞をご存知でしょうか？その場に居合わせた大阪出身の教授はご存知ありませんでした（これは偶々であり、とても博学な先生です）。兵庫県出身の私もこの形容詞は知りませんでしたし、使ったこともありませんでした。しかし、幼少期の思い出からその意味についてはピンと来るものがありました。生まれ育った町には、行動範囲に「鶴塚」なるものがあり、それに由来した鶴塚橋も架かっています。幼少期に父から、「平安時代、頭は猿、体は狸、尾は蛇、手足は虎のような大きな鳥が、黒雲とともに夜な夜な京の御所に現れ、内裏の屋根の上で不吉な声で鳴き、天皇をはじめ都の民を恐れさせたので、武将に頼み、弓で射て退治した。死体を鴨川に流したが、淀川を下り、大阪湾に出て、この浜に打ち上げられ、浜の住人が塚を作って丁重に葬った」のが鶴塚だと教えてもらっていました。そのため、『ぬえ』とは『鶴』であり、「ぬえのような」とは「頭は猿、体は…」の描写のように「得体の知れないもの」、「訳の分からないもの」を表す形容詞だろうと想像できました。きっと京都でだけ使われる言葉だろうと考え、京都市出身の研究室の秘書さんに『『ぬえ』のような』という形容詞を知っていますかと問うたところ、「京都の人間だから知っているわけではなく、ごく一般的な（全国区の）言葉として知っている」と返ってきました。実際に調べてみると広辞苑にも載っており、上記の「頭は猿、体は…」の描写とともに、それから転じて「得体の知れない怪しげな人物、様子などのたとえにも使う」とあります。

やはり、京都限定の言葉ではなく、全国区の一般的な言葉のようです。博学の研究室の秘書さんにはいつも頭が上がりません。

前置きが長くなりましたが、私は材料科学・工学の研究では「鶴のようなもの」が大切だと考えています。既成の概念などを破ろうとする時には、新規で革新的なものは往々にして『『ぬえ』』のようなものに映るだろうと思うからです。私が研究テーマとしている構造材料、結晶塑性の分野で例を挙げてみますと、きっと転位論の概念が出現した時もそうだったろうと思います。結晶材料の力学特性の多くを説明できる画期的なものですが、実際にこの存在が実証されるまでには10~20年かかっていますので、結晶の中にそのような線状の欠陥が導入されることが受け入れられるには少し時間がかかったように思います。転位論の概念の出現から20年もすると、複数のすべり面を異なる変位ベクトルを持つ転位が同時に進行するシンクロシア（synchroshear）転位や複雑な原子シャッフルを行う体積領域を伴って活動するゾーナル（zonal）転位など更に複雑な転位の概念が提唱され始めます。転位の概念が定着し始めたころに提出された概念ですから、これらはきっとその時代の『『ぬえ』』のようなものであったろうと思います。実際に、シンクロシア転位の存在が実証されるのはその30~40年後になることからその新規性は明らかだと思います。そもそも転位論は物理学者たちによって見出されましたが、シンクロシア転位やゾーナル転位の概念も、後にたんぱく質などのX線構造解析を行う化学者（X線結晶学者）により提唱されました。当時は学問分野がそれ程細分化されていなかったことにも因りますが、異分野交流や分野横断的な研究の大切さも教示しているのかも知れません。これらの例は大きな「鶴」の話しになりますが、研究室の学生さんたちと話していても、面白そうな話、よく理解できない話にしばしば遭遇します。これらの中には小さな「鶴」が隠れているのかも知れません。このような「鶴のような」ものを大切にしながら、革新的な材料研究ができればと考えております。

## ブルーカーボン（海洋生態系による炭素貯留）追及を目指した サプライチェーン構築に係る技術開発

一般財団法人金属系材料研究開発センター 環境・プロセス研究部長 加藤 徹

### 1. はじめに

一般財団法人金属系材料研究開発センターは日本製鉄株式会社、日鉄ケミカル & マテリアル株式会社と共同で、国立研究開発法人新エネルギー・産業技術総合開発機構（NEDO）の「先導研究プログラム／エネルギー・環境新技術先導研究プログラム／ブルーカーボン（海洋生態系による炭素貯留）追及を目指したサプライチェーン構築に係る技術開発」に「マリンバイオマスの多角的製鉄利用に資する技術開発」を提案し、この度採択されました。この技術は、カーボンニュートラル材であるマリンバイオマス（海藻）を生産し、それを製鉄プロセスの中で必要となる炭素源として利用することを目指すものです。事業期間は2021年度～2022年度（ただし、2022年度の実施ならびに内容はNEDO実施のステージゲート審査の結果を踏まえ決定）であり、予算は合計1.4億円となります。

### 2. CO<sub>2</sub> 排出に対する鉄鋼業の位置づけと取り組み

地球温暖化対策としてCO<sub>2</sub>排出量削減の取り組みは世界的にも大きな潮流となっており、各国が目標時期を定めてカーボンニュートラル社会の実現への取り組みを加速しています。日本でも昨年、「2050年にカーボンニュートラル、脱炭素社会の実現を目指す」ことを菅総理が宣言するとともに閣議決定され、4月の気候変動サミットでは中間目標として2030年には2013年比で46%削減することを宣言しました。

鉄鋼業界は我が国全体の14%に相当する大量のCO<sub>2</sub>を排出しており（図1）、その排出削減を強く求められています。これは、鉄鉱石から鋼を製造する手法として古くから採用されている高炉法は、酸素と鉄の原子が結合した鉄鉱石から炭素（石炭）により酸素を分離すること（還元）で製造しており、この還元反応と加熱のために大量の炭素が必要であり、その結果、多量のCO<sub>2</sub>排出を伴うことが理由です。

これに対して、我が国では炭素に代わる還元材として水素を高炉に使用する製鉄法や、排出されたCO<sub>2</sub>を分離・回収する技術（COURSE50）、水素直接還元製鉄法や高炉でのさらなる水素の活用あるいは高炉で排出されたCO<sub>2</sub>を回収し改質したうえで再

利用する技術など（NEDO PJ「ゼロカーボン・スチール」の実現に向けた研究開発）の取り組みを積極的に進めており、JRCMもその一部を担っています。しかしながら、製鉄で必要となる炭素を0にすることは技術的に大きな困難を伴い、カーボンニュートラルの炭素源の確保も重要な課題となります。

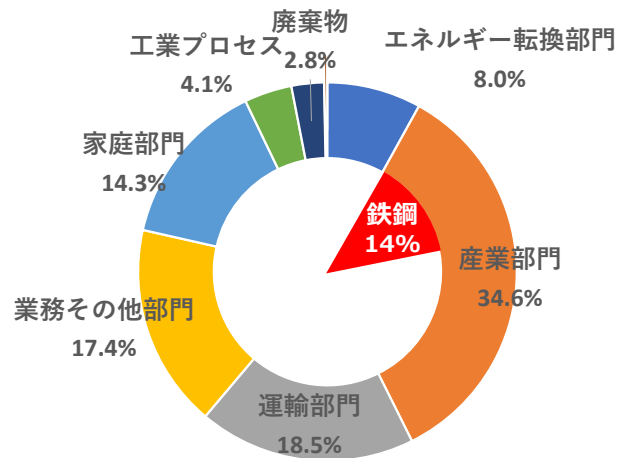


図1 日本における部門別CO<sub>2</sub>排出量(2019年)

国立環境研究所公表データより作成  
<https://www.nies.go.jp/gio/aboutghg/index.html>

### 3. 本事業の取り組み

本事業では、我が国の高炉が全て海に面した臨海製鉄所にあるという地の利を生かして、カーボンニュートラル材であるマリンバイオマス（海藻）を生産し、それを製鉄プロセスの中で必要となる炭素源として活用する「バイオマスの地産地消」という新たなサプライチェーンの構築を目指します（図2）。

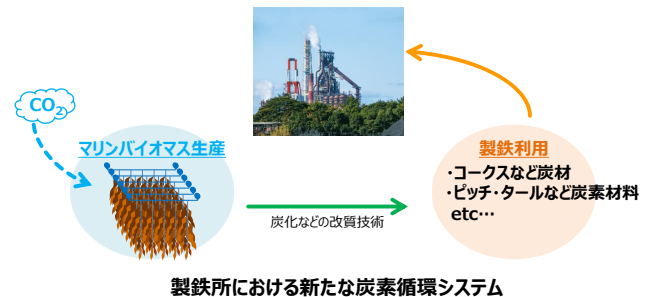


図2 マリンバイオマスの製鉄プロセス利用概念図

日本製鉄株式会社、日鉄ケミカル & マテリアル株式会社  
 ニュースリリースより引用  
[https://www.nipponsteel.com/news/20210525\\_050.html](https://www.nipponsteel.com/news/20210525_050.html)  
<https://www.nscm.nipponsteel.com/news/pdf/210525.pdf>

研究開発項目は 1) マリンバイオマスの製鉄プロセスでの利用検討として、炭材の製造や利用性に関する検討、2) マリンバイオマスのピッチ・タールなどより広い適用先を視野に入れた炭素材料としての製造や利用の検討、3) マリンバイオマスの大量・安定生産のためのライフサイクル制御、ゲノム編集技術導入のための検討から構成されます。

カーボンニュートラルの炭素源としては木質などのバイオマスが代表的な例となりますが、鉄鋼業で必要となる大量の炭素を供給するためには広大な森林面積が必要となります。本事業では樹木の中でも比較的成長が早いと言われるユーカリと比べても単位面積、一年あたりの成長速度が速く CO<sub>2</sub>

固定量も大きいことに加え、主要鉄鋼生産国かつ周囲を海に囲まれているという我が国の地政学的な特徴に着目しマリンバイオマスを選択しました。また、我が国は古くより海藻養殖が盛んであり、世界トップレベルの技術・ノウハウを保有していることもブルーカーボンに関する技術開発は温暖化対策・産業育成の両面で有効と考えています。

マリンバイオマスのカーボンニュートラル材としての検討は、世界的にも例がない研究です。本事業では、前述の各要素技術の開発とともに、全体の経済性や CO<sub>2</sub> 削減効果を含めた事業性検討を行い、実証段階への道筋を作成することを目指します。

## 2020 年度事業報告 2021 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

#### 2020 年度事業報告

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、平成 23 年 7 月 1 日付けで一般財団法人に移行しており、2020 年度（2020 年 4 月 1 日～2021 年 3 月 31 日まで。以下、同じ。）は、一般財団法人としての第 10 年度目の事業となった。2020 年度は、前年度からの継続の研究開発プロジェクト 4 件、新規 3 件の合計 7 件を円滑に進めることができた。

#### 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」及び「超高压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」、「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（助成）」、「ゼロカーボン・スチール」の実現に向けた技術開発（2020 年度～2021 年度）、「新

型高压水素蓄圧器用鋼材の可能性に関する調査研究」（2020 年度～2022 年度）、経済産業省戦略的基盤技術高度化支援事業（サポイン事業）「次世代自動車電動部品向け新規高機能性薄物シートの連続製造技術の開発」の研究開発プロジェクトを円滑に進めることができた。

2020 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

2019 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、2020 年度及び 2021 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

表 1 2020 年度に実施した主な研究開発テーマ

プログラム名等	課題名 [委託元]	研究期間
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
	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
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
	水素ステーションのコスト低減等に関連する技術開発／高強度低合金鋼を用いた新型高压蓄圧器に関する研究開発 [NEDO 技術開発機構]	2020～2022 年度
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]	2019～2021 年度
NEDO 研究開発	ゼロカーボン・スチール実現に向けた技術開発 [NEDO 技術開発機構]	2020～2021 年度
戦略的基盤技術高度化支援事業（サポイン）	次世代自動車電動部品向け新規高機能性薄物シートの連続製造技術の開発 [中部経済産業局]	2020～2022 年度

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・学双方向の情報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

2020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。2021年3月号をもって創刊以来通算413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

超高压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 及び「高強度低合金鋼を用いた新型高压蓄圧器に関する研究開発」PJ や「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 等において成果の発表を行った。

### 2020年度の決算

2020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22,042,597円の減額となり、2020FY末時点で1,566,109,143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いる。2020年度の正味財産増減計算書は表2のとおりである。

表2 2020年度の正味財産増減書

(単位:円)	
科 目	2020年度 (2020.4.1-2021.3.31)
I. 一般正味財産増減の部	
経常収益	
事業収益	97,174,059
受取会費	30,875,532
有価証券運用益	6,306,183
受取利息	4,944
業務受託収益	55,011,853
雑収益	2,352,373
経常収益計	191,724,944
経常費用	
事業費	90,707,959
管理費	122,450,062
経常費用計	213,158,021
当期経常増減額	-21,433,077
経常外費用計	609,520
税引前当期一般正味財産増減額	-22,042,597
法人税等	208,076
当期一般正味財産増減額	-22,250,673
一般正味財産期首残高	1,588,359,816
一般正味財産期末残高	1,566,109,143

### 2021年度事業計画

2021年度は、前年度からの継続であるプロジェクト(表1)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することに努めます。

また、特に、昨年10月に政府が発表した「2050年カーボンニュートラルに伴うグリーン成長戦略」の実現に向けて、各種の材料関連プロジェクトの企画立案に努めるものといたします。

2021年7月1日時点で、2021年度の新規研究開発プロジェクトとして表3の3件の採択が決まっている。

表3 2021年度の新規研究開発プロジェクト(2021.7.1時点)

課題名[委託元]	研究期間	主な参画予定機関
マリンバイオマスの多角的製鉄利用に資する研究開発 [NEDO 技術開発機構]	2021～2022年度	日本製鉄、日鉄ケミカル&マテリアル、JRCM
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/革新的合金探索手法の開発 [NEDO 技術開発機構]	2021～2022年度	産業技術総合研究所、JX 金属、筑波大学、JRCM
電解砥粒研磨による次世代半導体製造ライン向け超精密バルブ・継手の高効率加工技術の開発 [関東経産局]	2021～2023年度	産総研、東陽理化学、東京電機大学、JRCM

The Japan Research and Development Center for Metals  
JRCM NEWS / 第417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製・複製・転載することを禁じます。

発行 2021年7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)