

## 〈5〉 マテリアル強国 日本のとるべき道

小野山 修平 日本製鉄 副社長



りも厳しく、個社では乗り越えられない。省CO<sub>2</sub>に向けて開発中の水素活用還元プロセス技術では、安価かつ膨大な量の水素を必要とする。国内では年間7000万ト程度が作られているが、これをコークスから置き換えるとなると750億立方メートルの水素が必要。これは国内で現在流通されている量の何百倍の規模だ」

◆…鉄鋼業界が世界市場でイニシアティブを維持・確保していく上で必要なことは何ですか。

「最大の課題は、酸化炭素(CO<sub>2</sub>)以前から技術開発を進めていたが、菅政権の2050年カーボンニュートラルの方針はわれわれの想定よ

◆…だからこそ政策として取り上げていく必要があります。

「マテリアル戦略有識者会議の目的は、日本の国際競争力を維持していく政策を業界を超えて考

「30ト/日規模で開発を進めており、試験高炉としては世界最大。だが、事業となると1万2000ト/日規模となり、500倍へのスケールアップは課題も多い。これまではコークス製造時に出る水素を含んだコークス炉ガスの使用を考えていたが、菅政権が打ち出した方針によりクリアすべきハードルが完全に上が

えることだと思う。水素化社会は業界を跨いだテームであり、水素転換によるコスト上昇を誰が負担するかという制度の問題でもある。中国やイン

ドなどを含め、同じフィールドで製造を競うなら、開発中の技術は国際競争力の源泉になり得る」

◆…水素活用還元プロセス

「市場は見えていません。しかし、安くないとすれば、すでに膨大な需要(市場)は見えています。30ト/日規模で開発を進めており、試験高炉としては世界最大。だが、事業となると1万2000ト/日規模となり、500倍へのスケールアップは課題も多い。これまではコークス製造時に出る水素を含んだコークス炉ガスの使用を考えていたが、菅政権が打ち出した方針によりクリアすべきハードルが完全に上が

った。水素源はいくつかあるが、課題解決のためには純水素でないと試験できない」

◆…水素の供給側からみれば、すでに膨大な需要(市場)は見えています。しかし、安くないとすれば、すでに膨大な需要(市場)は見えています。

「しかし、安くないとすれば、すでに膨大な需要(市場)は見えています。」

# プロセスの脱炭素化を

## 国を挙げて水素化の道筋

除去のために一回融かして精錬する必要があり、カーボンは酸化鉄を還元すると同時に鉄を融かすための熱源ともなる素晴らしい反応材料。鋼製造のために全てを純水素で置き換えられないので、カーボンとの組み合わせなどを考えないといけない」

◆…水素化社会の方向付けとして、ポリウム鉄鋼向けをベースに、その一部を燃料電池向けなどに生産するというプロセスも考えられます。水素置換では電力や自動車などもあり、最終的にカーボンニュートラルにするために国内でどのくらいの水素が必要なのかが見えていない。純度についてFCVでは3N(99・97%以上)レベルを要求するだろうが、鉄鋼ではそこまでものはいらない。各業界でいろいろと要望があると思うので、それらを並べて全体としての絵が描ければと思う」

(聞き手)小池次郎

# 〈6〉 マテリアル強国 日本のとるべき道

菅原 静郎 JX金属 取締役常務執行役員



コンなどに使われてもの  
すごい勢いで普及した。  
その功績からノーベル賞  
を受賞したにも関わら  
ず、生産で中国や韓国勢  
に抜かれてしまったのは  
何故か。また、欧州はE  
Uのバッテリー指令を改  
正し、リサイクル品の使  
用を義務付けようとして  
おり、ビジネススキーム

のところで世界のリーダ  
ーシップを取ろうとして  
いる」

◆「なぜ今、国家戦略  
が必要なのでしょう。か。  
「日本はマテリアルの  
技術を高めてきた一方  
で、国家戦略という観点  
が欠落していた。今は強  
みを維持できているが、  
いずれ中国などに置き換  
えられてしまうという危  
機感がある。例えばLi  
B（リチウムイオン）次  
電池はソニーが世界に  
先駆けて商用化し、パソ

この発熱反応の余熱を  
利用することで、圧倒的  
に効率的かつ環境負荷の  
少ないプロセスが可能  
だ。また、銅は貴金属と  
非常に親和性が高く、銅  
精錬のプロセスを活用す  
ることで資源循環、サー

キュラーエコノミーに貢  
献できる。国内ではLi  
Bリサイクルは時期尚早  
という意見もあるが、20  
年、30年先を見据え、世  
界市場で日本の企業・産  
業が競争力を維持するた  
めに国をあげて取り組む

戦略的なブランドデザイ  
ンがないとサーキュラー  
エコノミーが実現できな  
いだけでなく、EVをめ  
ぐる国際競争にも勝てな  
い。銅精錬はCO<sub>2</sub>フリー  
の環境に優しいプロセ  
ス。資源循環に關しては  
うと非鉄金属を回してい

「EVのリサイクルに  
はコストがかかる。バッ  
テリーも既存技術で製造  
するなら天然資源の方が  
圧倒的に有利だろう。リ  
ユースの取り組みも大事  
だが、いずれはリサイク  
ルしなければならぬの  
だから今から構築に向け  
て取り組むことが大事だ  
と思う。分かりやすいか  
らLiBを例に出してい

べきことは何かとい  
う非鉄業界からの問題提起  
だ」

◆「将来的に電気自動  
車（EV）社会の到来が  
確実視されているなら、  
リサイクルのどこを抑  
えていくのも一つの戦略  
ということですか。」

「EVのリサイクルに  
はコストがかかる。バッ  
テリーも既存技術で製造  
するなら天然資源の方が  
圧倒的に有利だろう。リ  
ユースの取り組みも大事  
だが、いずれはリサイク  
ルしなければならぬの  
だから今から構築に向け  
て取り組むことが大事だ  
と思う。分かりやすいか  
らLiBを例に出してい

## 資源循環で後れをとるな

### 先を見据えた制度設計を

るが、循環型社会におい  
て世の中にあるものを資  
源循環のループに入れる  
のに銅精錬を活用すれば  
効率的なシステムが構築  
できる」

「今や国内メーカーも  
海外でビジネスを展開し  
ており、LiBに関して  
は2030年時点で廃パ  
ツテリーの再資源化で主  
戰場となるのは日本では  
ない。世界的な潮流を踏  
まえた国家戦略が必要  
だ。技術的なフレックス  
ルは産学連携で取り組  
むが、制度・仕組みのイ  
ノベーションがついてき  
てくれないと実現できな  
い」

「EVのリサイクルに  
はコストがかかる。バッ  
テリーも既存技術で製造  
するなら天然資源の方が  
圧倒的に有利だろう。リ  
ユースの取り組みも大事  
だが、いずれはリサイク  
ルしなければならぬの  
だから今から構築に向け  
て取り組むことが大事だ  
と思う。分かりやすいか  
らLiBを例に出してい

「EVのリサイクルに  
はコストがかかる。バッ  
テリーも既存技術で製造  
するなら天然資源の方が  
圧倒的に有利だろう。リ  
ユースの取り組みも大事  
だが、いずれはリサイク  
ルしなければならぬの  
だから今から構築に向け  
て取り組むことが大事だ  
と思う。分かりやすいか  
らLiBを例に出してい

◆「世界に先駆けてリ  
サイクルシステムを構築  
すれば、例えばEUのパ  
ツテリー指令が改正され  
たとしてもそれを競争力  
強化の追い風にするこ  
も可能なのでは。ね。」

「聞き手」小池次郎  
「石油×ジャーや資源  
の状況だ」

「石油×ジャーや資源

「聞き手」小池次郎



# マテリアル強国 日本のとるべき道

関谷 毅 大阪大学産業科学研究所 教授



べきだ」

◆「マテリアル研究は今後、どう変わるべきでしょうか。」

「最先端のマテリアル研究には大型放射光施設や電子顕微鏡など、研究室単位では購入できない機器が必要になる。電子レベルの構造を見ることは最先端科学に不可欠だ。こうした機器を共有する基盤を整備していく必要がある。文部科学省の事業にナノテクノロジーロジック、例えば、5G 早々、5年や10年もたてないうちに先端ではなく、常に研究を続ける。これは、国内の大学が有利になる。スマートフォンなどの中身に使われている材料も日本製のモノが多い。最先端テクノロジー、例えば、5G 早々、5年や10年もたてないうちに先端ではなく、常に研究を続ける。これは、国内の大学

や国立研究開発法人が所有する機器をシェアする取り組みだが、こういった事業を継続していくことが大切だ。また、そうした共通基盤から得られたデータを保存し、データベース化していくことも重要になる。広く公開し、オープンサイエンスを進めることで、より多くの目で検証できるようにする。研究段階から事業化までのスパンも短くすることができるといい」

◆「マテリアルの優位性を維持・強化するためには。」

「学生、若手の教育が欠かせない。マテリアルは積み重ねるの学問だ。理論をひたすら積み重ねて、最先端の研究がある。だからこそ、飛躍的な、これまでの理論を変えるような材料というのは出てこない。裏を返すと、獲得した知識はそのまま財産になるが、必要な知識が膨大なため、人材育成にも時間がかかる。大阪大学では、単なる学部教育ではなく、企業を100社以上大学に入れて、学生時代から企業との共同研究に参画する取り組みを実施している。企業のマインドなども積極的に学ぶことで、産業の担い手を育てていきたい」

## 研究基盤共有し先端走れ

### 教育現場に企業マインドを

◆「今後、重要になるマテリアルは。」

「まず、ウェルビーイングを支えるマテリアル技術だ。体温計のような手軽さで脳などの臓器を測定するセンサーがあれば、本当に必要なときに病院に行く遠隔医療の助けにもなる。安全性や信頼性など求められるものも多く、難しい分野でもある。次に、長耐久性マテリアルだ。現在、高度成長期に大量に使用されたコンクリートが寿命を迎えつつある。2060年には190兆円ほどのコンクリートがリノベーションを必要とするという計算もある。50年、100年と持つ長耐久性のマテリアル開発により解決できると考えている。また、サステイナブルな材料も重要になってくる。リサイクルなど循環産業に注目されてくるが、リサイクルしやすい素材も開発しなければならぬ」

(聞き手)橋本偉太

◆「なぜ今、マテリアルを強化する必要があるのでしょうか。」

「昨年『はやぶさ2』がサンプルリターンを果たした。宇宙という過酷な環境に耐えるためには、高い強度、信頼性が求められる。これを実現したのが材料、マテリアルだ。純度や品質が高い

◆「国際競争をどうみますか。」

「材料は一定以上の性能があれば、広く使うことができる。市場が最も大きい部分であり、この観点だと、海外も伸びている。一方、一定以上の品質を求めた場合、日本

7

## 〈8〉 マテリアル強国 日本のとるべき道

一杉 太郎 東京工業大学物質理工学院 教授



フェローなど、マテリアル分野から多く受賞者が出ている。マテリアルは幅広い分野の基礎土台だ。そのような技術にも、材料や製造装置などマテリアルに由来するものが必要となる。だが近年、なかなか光が当たらなかった。改めてマテリアルの重要性を説き、光を当てていきたい。成熟した産業もあり、政策的にマテリアルを支える意義があると考えている。

◆…なぜ今、マテリアルを強化するべきなのでしょう。か。  
「歴代のノーベル賞受賞者を見ると、導電性高分子の白川英樹博士、リチウムイオン二次電池の吉野彰旭化成名誉

◆…どのよう強化していくべきでしょう。「研究の進め方が大きく変化してきている。現

時点でもマテリアルズ・インフォマティクス(MI)などAI(人工知能)を活用する研究が盛んだ

が、将来的には自動化、自律化を進めるべきだ。ロボットが実験を行い、研究者は手を動かす必要

がなくなる。私の研究では、MIと自動実験を組み合わせて機械が自動的に求める性能の材料を探索できる自律研究システムを開発している。自律実験システムが広がる、研究者は手を動かす必要がなくなる。すると、研究者はより創造性を必要とする業務に従事する時間を増やすことができる」

◆…研究者の働き方は意味がある」

どう変わりますか。「研究者のアイデアを基にロボットが実験をする。出てきた結果を統計的に分析し、再実験を繰り返すことで、アイデアに基づいた高い性能を持つ材料が得られる。最初のアイデアをいかに出すかが研究の価値につながる。また、アイデアや結果の間に因果関係を見つけていく学理構築も人間の仕事になるだろう。学理構築には日本が長年培った知識や技術が生かせるため、マテリアルで自律研究を進めることには

◆…自律実験推進のための課題は。「パイオや創薬では自動実験が先行している。扱う物質がほとんど液体であるため、装置を組みやすい。一方、マテリアルとなると、種類が非常に多岐にわたるため、汎用的な機械を作製するのは難しい。規格の統一などでモジュールの組み替え対応できるような機器を開発できるように研究を進めている」

◆…マテリアル分野の学生や若手研究者をどう育成していくべきですか。「材料だけを知っている人になってはいけない。これから重要な融合分野だ。物質と情報、エネルギーと生命など異

分野同士の掛け合わせの価値を生む。AI(人工知能)、パイオ、量子と、すでにある戦略はどれもマテリアルと関連している。複数の分野に精通した新しい人材が必要だ。そのためには、今の大学の教育システムでは実現困難なところもある。大学・政府・マテリアル産業界の三者で育成を進めていかなければならない」

◆…今後、重要になるマテリアル分野は。「エネルギーや触媒など大切なものはたくさんある。循環型社会、二酸化炭素(CO<sub>2</sub>)削減などの目標に向かう研究は重要だと考えている。電池などもそこに入ってくる(聞き手「橋本幸太」(おわり))

# 研究自律化が創造性生む

## 異分野を掛け合わせ価値

◆…自律実験推進のための課題は。「パイオや創薬では自動実験が先行している。扱う物質がほとんど液体であるため、装置を組みやすい。一方、マテリアルとなると、種類が非常に多岐にわたるため、汎用的な機械を作製するのは難しい。規格の統一などでモジュールの組み替え対応できるような機器を開発できるように研究を進めている」

◆…マテリアル分野の学生や若手研究者をどう育成していくべきですか。「材料だけを知っている人になってはいけない。これから重要な融合分野だ。物質と情報、エネルギーと生命など異