

鉄が果たすべき役割とは



国際社会がカーボンニュートラルへ向けて大きく転換する中、日本の鉄鋼業には革新的な技術発展が求められ、それを支える学術基盤の進展が期待されている。今回は古原会長を囲んで、鉄の強みを再認識し、今後鉄が果たすべき役割について語りあっていただいた。(2022年8月17日収録)

出席者 (敬称略)

古原 忠	(一社)日本鉄鋼協会 会長 東北大学 金属材料研究所 所長、金属組織制御学研究部門 教授	山末 英嗣	立命館大学 理工学部機械工学科 教授
柳本 潤	(一社)日本鉄鋼協会 副会長 東京大学 大学院工学系研究科機械工学専攻 教授	大塚 貴之	日本製鉄(株) 技術開発本部プロセス研究所 圧延研究部 板圧延研究室 室長
福田 和久	(一社)日本鉄鋼協会 副会長 日本製鉄(株) 副社長執行役員、技術開発本部長	小笠原 太	JFEスチール(株) スチール研究所 製鋼研究部 主任研究員
松浦 宏行	東京大学 大学院工学系研究科マテリアル工学専攻 准教授	菅野 伸国	(株)神戸製鋼所 鉄鋼アルミ事業部門 事業戦略部CNグループ 主任部員
高田 尚記	名古屋大学 大学院工学研究科物質プロセス工学専攻 准教授	(司会)堤 康一	(一社)日本鉄鋼協会 会報委員会委員長 JFEスチール(株) スチール研究所 製鋼研究部 主任研究員

長い歴史を重ねた基幹材料

堤 皆さんお集まりいただきありがとうございます。本日は産と学、上工程と下工程と環境技術の方、年齢も40歳前後の方や経験を踏まえている方にお集まりいただきました。これからの時代に鉄が果たすべき役割について、自由に語っていただこうと思います。最初に「鉄鋼業の強みとは何か」ということについて会長、副会長からご意見をいただきたいと思います。

古原 日本の鉄鋼業は長年日本の経済を牽引してきましたが、今でもその技術力は世界一だと思います。日本の学における鉄鋼を含む金属の研究も同様で、基盤研究でも世界における高い競争力を持っています。鉄鋼協会は、産学が一緒になって研究や技術に関するディスカッションができる大変よい環境です。それはやはり、鉄鋼協会が長年日本の鉄鋼業関連の技術あるいは研究をリードしてきた背景があるからだだと思います。私自身は学生の頃の研究テーマが材質予測で、卒論、修論の中心はコンピュータシミュレーションでした。鉄

鋼研究の諸先輩方にも非常にお世話になった思い出があります。当時の大学は設備が限られており、鉄鋼会社の研究所の方がすばらしい研究環境でしたので、実験測定でもご助力いただきました。

日本の鉄鋼関連技術はカーボンニュートラルでもエネルギー管理でも、世界をリードできるはずで、これを武器に日本が世界に対して打って出るべきだと思います。一方で、新しい材料開発でも国内外で新しい概念が次々出ていて、やはり鉄には研究開発する余地がまだまだあるのだと強く感じます。

柳本 鉄鋼材料が基幹材料であるということはこれからも変わらないと思いますし、それゆえに鉄鋼材料の製造プロセスが構造材料製造の基幹となる研究分野であり続けることも変わらないと思います。したがって、他の分野にもインパクトが大きいので、私たちはいっそう頑張るべき使命を負っているのだと思います。一方で私たちは、非常に多くの先人たちの成果の上に乗っているわけで、これは私たちにとって非常に有

効である反面、それをどう超えていくかという、非常に重い課題を背負っているのだと言えます。学生の方から見ますと、鉄はそれだけ古いものに見えます。新しさを出しながら、今までの蓄積の上にどれだけ新しいものを積み上げていって、来たる新しい社会の社会的な要求に答えていくのか。これを常々考えていかなければいけないというのが、学にいる私たちの立場だろうと思います。

福田 鉄鋼業は、「ものづくりの代表」、「すり合わせ技術の代表」であり、日本が最も得意としている産業だと思います。材料研究をベースに、営業とのすり合わせでニーズを先読みした製品を企画し、現場とのすり合わせで製造のプロセスを作り込み、客先とのすり合わせでニーズに合わせた製品への改良を行っています。すり合わせの中で性能や品質を磨いて、世界最高の製品を造り出し、信頼を得てきたと思います。同様に、このすり合わせで、日本の鉄鋼業は製鉄から製鋼、熱延、冷延、焼鈍、めっきまで全てのラインで最適なプロセスを作り込んで、世界標準を作り出してきました。海外発の新プロセスも日本の中で発展し磨かれてきました。材料研究も素晴らしいですが、新プロセスを実現する製造技術、操業技術、設備技術、それらを含めた総合力が日本の鉄鋼業の強みになっていると思います。

堤 鉄鋼業の強みについて、ほかの皆さんはどんな意見をお持ちでしょうか。

小笠原 すり合わせの大切さというのは、とても共感するところです。例えば、商品開発側でとても特性がいいものを開発したとしても、とんでもない成分系で、普通の工程で作ろうとすると著しく生産性が低いとかコストがかかって実現しなかった製品も多々あります。すり合わせによって、お客様のニーズ、製造技術、コストなど、すべてを総合的にクリアできたものだけが生き残っているのだと感じます。それを実現するためには、上工程も下工程も、全部を風通しよくすることが重要だと思いました。

大塚 私が入社した20年近く前、もう鉄は斜陽だと言われていましたが、それは歴史がある、相当古い分野であるという意味と理解します。技術力では、その間ずっと日本がトップを走ってきた。これはすごいことです。いろいろな産業が生まれいろいろな素材が生まれても、それでも鉄はなくなっていない。長い歴史に裏打ちされた技術をどうつなげるかが今後の課題だと思います。

他素材にはない鉄の優位性

堤 では大学側から見て、鉄の強みとはどんなものかお話し



古原 忠

(一社)日本鉄鋼協会会長
東北大学 金属材料研究所 所長
金属組織制御学研究部門 教授

ください。

高田 いろいろな金属材料と比べると、鉄には相変態がある、これがすべてだと思います。鉄は、異なる結晶構造を持つフェライト相とオーステナイト相を100%入れ替えることができます。そのような材料は他にほとんどないと思いますし、それによって構造材料に求められる強度や延性を自在に操ることができます。同じく代表的な構造用金属材料であるアルミニウムの相変態を利用した組織制御を考えた場合、90%以上が同じ相で、残りの10%程度を操ることしかできません。構成相の100%を操ることができる鉄鋼材料には、非常に大きな可能性があると思います。また、鉄は成形性が良く、かつ剛性が非常に高い。求められる特性を当たり前のように持っていることに気づかされます。複合材料で剛性が求められる場合でも、鋼の剛性が目標となる。何か生まれ持った特性が、鉄には元々あるのではないかと感じます。

古原 以前、鉄は今後どうあるべきかという議論を研究者間で行った時に、最終的に生き残る特性は耐熱性ではないかという意見がありました。競争相手のセラミックスに比べ、韌性の違いなどを考えていくと、鉄の持っている特色としての融点の高さが生かされます。そういうところも鉄の用途として非常に大事だと感じました。例えばチタンには相変態はありますが、アルミニウム合金のようにより微細な析出物を使おうとすると、多くの合金元素はチタンとしての各相中の固溶度が高いので、微量添加・省資源という観点からは使いにくいです。そういう意味で鉄鋼は、相変態の存在に加えて、微細な第二相の析出も組み合わせることができ、とてもバラエティに富んだ幅広い特性を実現できます。これは他の材料にない鉄鋼の魅力であり、広く使われる理由なのでしょうね。

堤 大学で製鋼分野に関わっている松浦先生はいかがでしょう。

松浦 日本が戦後、鉄鋼という基幹素材をどうやって社会に

福田 和久

(一社)日本鉄鋼協会副会長
日本製鉄(株)
副社長執行役員
技術開発本部長



供給していくかと考えた結果、その時に高炉・転炉法という当時ちょうど確立されつつあったプロセスが一気に導入されました。ある意味では、この時代は成長できる余地が非常に大きかったと思います。日本には資源がないと言われますが、そのことが最適な資源を購入して、最高の品質の材料を作ることにつながったのだと思います。他にも、鉄という資源が地球に大量にあったこと、もう一つ、石炭という還元材も豊富にあったことと、それが非常によかったです。これが他の金属材料と比べて圧倒的な優位性を生んでいる理由ではないでしょうか。

山末 日本に限らず人類は太古から現代に至るまで、あらゆる資源問題と闘ってきました。それに勝つことができ今日に至ったことが、鉄鋼業の強みだと思います。古代に製鉄が行われたヒッタイト周辺では鉄鉱石が結構取れますし、アフリカやヨーロッパでもいい鉄鉱石が取れる。ところが日本には鉄鉱石は少なく、資源問題に直面したわけです。日本で使える鉱石は砂鉄ですがその品位が低く、古来の人たちは砂鉄を川に流して比重選別を使ったり、粉体精錬で反応速度を上げることで解決してきました。現代製鉄法では大量生産を行います。繰り返しになりますが日本には鉄鉱石がありません。そこで、大型船が入れるような港と製鉄所を造って、鉄鉱石を大量に運ぶことで輸送コストを下げたがんばってきたわけです。いいかえれば資源問題を解決するパッケージに長けていたというのが日本の鉄鋼業の特徴ではないでしょうか。制約があったからこそ日本は発展できたのだと思います。

では、これからどうするか。各国がバージン鉄を作ろうとしていると思いますが、それらの国々の資源問題や炭素制約も含めて、最適化されたパッケージを売っていくのが日本の役割かなと思います。例えば、廃プラや廃タイヤは、もし鉄鋼業がなくなったら資源循環が成り立たない。そのような点では、鉄鋼業は鉄を作るだけでなくインフラ産業に近い面があると

ずっと思っていました。鉄鋼メーカーの中には、売上の中で電力が多くを占めている会社や、また副産物であるCO₂を地域の飲料用炭酸ガスとして供給している会社もあるそうです。鉄鋼業は産業を支えるインフラとして、新しい価値を見出しているのだと思います。学術的にも直接鉄鋼生産技術で予算を取ることは難しいという話も聞きますが、「低資源と低炭素を両立する新材料」とか「社会インフラを支える、素材循環を支えるインフラ産業」のような言い方をすれば、鉄鋼業の評価も変わってくるのではないかと思います。

古原 今のお話は大変興味深いのですが、現在の鉄鋼業がインフラ産業として非常に良いという話と、カーボンニュートラルの中で新しい製造プロセスを考えていくという話とが、両立して進むような議論ができるかという点はいかがですか。

山末 例えば、将来、高炉がなくなることになったら、資源循環を担えるかとか、そういうことですね。私の考えでは、高炉が完全に消えるとは思っていません。ただし100年後となるとわかりませんが。現在、電炉鋼は粗鋼生産の4分の1ぐらいを占めていますが、それが増えて2分の1になっても、一定量のバージン鉄を作る必要があります。このバージン鉄を作るには、基本的には鉄鉱石を使って作る必要があります。

もう一つ大事なことが、資源パラドックスという問題です。電気自動車が普及するのは、炭素を減らすためには非常にいい。しかし電池のためにコバルト、銅、リチウムを大量に使うとなると、低炭素であればどれだけ資源を使ってもいいわけではない。それはまずいですよね。鉄は、実は炭素という視点でも資源という視点でも負荷が低いのです。炭素の使用を減らそうという時に、鉄以上に炭素の制約と資源の制約を両立して下げられるものは今のところないのではないかと考えていて、その線で行くと、高炉あるいはそれを発展させた手法は50年、100年は資源循環を担えるほどの能力があるのではないかと思います。ただし今後どうしていくかということについては、まだ答えを持ち合わせていません。

古原 ありがとうございます。大変勇気づけられるご意見でした。

小笠原 鉄の強みといえば他材料に比べて安価であることだと思います。安いからこそ建築材料や自動車材料で主に使われている。だから上工程には、低コストで高生産性を確保する技術の確立が求められます。鉄には合金添加する鋼種も多いですが、いかに安価な原料を使えるようにするかという課題があります。安価な原料は使いにくいことが多いですが、これまでステンレスで高価なクロム合金の代わりにクロム鉱石をうまく還元して使う溶融還元などに取り組んできました。その一方で、日本の鉄鋼メーカーでしか作れないような高品質製

品を作る、難しい成分系の鋼種を作る、不純物元素を下げる、狭幅制御なども重要な課題ではないかと思えます。

大塚 下工程のプロセスでは、軟鋼から超ハイテンまで広い強度幅を持ったもの、ガードレールや自動車などの多種多様な用途の製品を、一つのラインで作らなければなりません。最近では高強度な製品を安定的に作るという使命があるのですが、これを実現してきたのは下工程の成果だと思えます。これにはハード面、ソフト面の二つの要素があります。

ハード面では、安定化やコスト削減を図るため連続化を進めてきた経緯があります。冷延工程では、酸洗と冷延をつなげたCDCM、さらに熱処理まで加えたF.I.P.L.などが出てきました。また最近、薄スラブプロセスが活況になっていて、今後どうなっていくのかを注目したいと思います。下工程では、最近はあまり大きな設備投資はありませんでしたが、その間、ソフト面の技術開発がかなり充実してきたと思えます。目に見えて現れているのが自動化です。これは計測技術との組合せではあるのですが、ソフトも非常に進化してきていて、これは日本が他国に先んじている大きな要素だと思えます。

堤 菅野さんは長くエネルギー部門に携わっているそうですが、エネルギーや資源についてどのようなご意見をお持ちですか。

菅野 日本の鉄鋼業がリードしてきた省エネ技術といえば、廃熱回収率の高さだと思えます。例えば、コークス炉から排出される赤熱コークスの顕熱を回収して蒸気に換えるCDQボイラー。高炉から発生するガスを用いて発電するTRT(炉頂圧回収タービン発電機)。これらの導入率の高さがエネルギー効率をよくしている大きな要因だと思えます。また、高炉やコークス炉から発生する副生ガスは、余さず回収して所内工場や発電所で燃料として使用しています。ここ10年ぐらいでは、副生ガス焚きガスタービンの導入も進んでいます。これらの設備は導入したら終わりではなく、その後いかに効率よく安定操業を継続できるかが重要であり、種々努力し続けているのは、おそらく他の製鉄所の現場も同じではないでしょうか。そういうところも、日本が高いエネルギー効率を維持してきた理由ではないかと思えます。

カーボンニュートラルまでの道すじ

堤 では次にカーボンニュートラルについて、議論していきたいと思えます。2030年、2050年の目標を目指すわけですが、非常にハードルが高いといわれ、特に上工程ではなかなか難しいという話があります。2050年はまだ先の話かもしれませんが、それぞれの思いをお話したいだと思えます。小笠原さん、いかがでしょうか。



柳本 潤

(一社)日本鉄鋼協会副会長
東京大学
大学院工学系研究科
機械工学専攻
教授

小笠原 ハードルが高いということは、たぶんどこも感じていると思えます。鉄鉱石と石炭を前提とした高炉・転炉法を基本として設備投資や技術開発もやってきたわけで、それに代わる鉄源、プロセスの大幅な見直しが必要になります。そうすると、設備投資も数百～数千億円規模になる。まだ何も無いグリーンフィールドに工場を作るぐらいの気持ちが必要で、どういうプロセスを作るか、その初期判断を間違えるとえらいことになるので、その辺の検討はどの会社も苦労されていると思えます。また水素の確保についてはいくらか他力本願のところはありますが、今後もアンテナを高くして技術情報を見ておいたほうがいいかなと思っています。

福田 鉄鋼のカーボンニュートラルには水素利用が不可欠ですが、足元は水素を運んでくるには大きなコストがかかるし、電気分解するのであれば電気代がかかります。水素は製造コストが地域によって全く異なりますので、世界的には、安価な水素が偏在していると言えます。例えばオーストラリアや中東などは、太陽光であったとしても相当安く作れます。それを日本に持ってくるという方法もある。カーボンニュートラルは実は電力と深くかかわっていて、電力が安いところが有利になります。では電力が安いところに産業があるかということ、産業はない。需要がない所で水素を作って需要のある所に持っていくことも、ビジネスとしては考えられると思えます。鉄鋼業としても、水素をどう手当していくかを、幅広く考えていくべきだと思えます。

大塚 CO₂の話題は上工程に行きがちですが、下工程でもやることはあると思えます。それはリサイクルの話です。元々鉄はリサイクル性にすぐれていて、リサイクルシステムも既にできあがっていると思えます。さらに進めていくには、リサイクルの質を上げることが必要です。スクラップにはコンタミがありますが、スクラップからどれだけ高級なものを作れるか、という



大塚 貴之

日本製鉄(株)
技術開発本部
プロセス研究所
圧延研究部
板圧延研究室 室長

ころに下工程の視点があると思います。昨今ハイテン化が進んで、いろいろな合金が多く入る鉄が増えているので、コンタミのサイクルがスピードアップしているという指摘もあります。できるだけ合金を少なくして、今までどおりの価値のあるものを作れるようにすることも一つの考え方だろうと思います。ただし、CO₂を削減したからといって鉄の価値が上がるわけではないし、材質が向上するわけではない。何となく「省CO₂」とかカーボンニュートラルとかというのが道徳的でもあり、流行りでもあり、格好よく見えるのですけれども、その中で社会的にどれだけ公平にその対価を払おうとしているのか、という点はかなり気になります。

福田 実は日本では、電炉中心にスクラップを3,000万tぐらい使っていますが、一方で800万tほど輸出しています。貴重な資源であるスクラップを輸出するようなことはやめないとはいけません。私たちがスクラップをしっかり使って、高級鋼を作る技術を確立することが重要だと思っています。

堤 確かにそうですね。私も、銅とかスズとかで不純物ありきの材料設計はできないものだろうか、ということをよく感じます。

菅野 製鉄所はカーボンニュートラルの達成に向かっていきますが、大きな考え方は化石燃料から水素やアンモニア等のグリーン燃料にエネルギー転換をするか、もしくは発生するCO₂を回収するかの二つだと思います。そしてこれらを考えていく上で重要なポイントは三つあると考えています。一つ目はコストです。水素が将来安価に入手できたとしても設備投資は必要になるため、鋼材価格は確実に上がります。それに対してお客様を含め社会がどこまで理解してくれるか、が課題です。二つ目が時間の概念です。「2030年に30%削減」などの目標をよく目にしますが、その後の目標は「2050年カーボンニュートラル」しかありません。2040年、2045年で何%削減するかは各社ともに検討していると思いますが、2049年に



高田 尚記

名古屋大学
大学院工学研究科
物質プロセス工学専攻
准教授

急に「来年からカーボンニュートラル」と言っても間に合いません。途中でどんなステップを踏むかが重要だと思います。そういうことはカーボンニュートラルに特化した部署が考えるのだろうと思われるかもしれませんが、そうではなくて、いろいろな部署が協力し、みんなで少しずつCO₂削減を確実に積み重ねていかないと、トランジションを乗り切っていけないと思います。三つ目は仲間作りで、これが一番のポイントかもしれません。例えば水素は、作る、運ぶ、貯める、使うというフェーズがあります。どのような水素のサプライチェーンを構築するのか。これは産学官が一体になって、場合によっては外国も巻き込んで仲間を作りながら検討していく必要があります。

福田 今日の議論を聞いていて、カーボンニュートラルの実現に向けては入り口のところで、気持ちの面でもまだ模索している段階だと感じました。ただ、もう完全にゲームチェンジしておりますので、カーボンニュートラルに先鞭をつけた者が、将来にわたる製鉄法のあり方を規定していくことになるのだと思います。私たちは不退転の決意で取り組まざるを得ないですし、むしろビジネスチャンスと捉えて積極的に対応していくべきではないかと思っています。難易度は高いですが、カーボンニュートラルへの道筋をしっかりと共有し、水素還元、電炉での高級鋼製造、CCUS等、全方位で研究開発を進め、カーボンニュートラルにおいても、日本鉄鋼業が最適なプロセスを作り込み、世界標準を作り出していくべきだと思っています。また、カーボンニュートラルのルール作りや、トランジションについても、技術をベースに日本の鉄鋼業が積極的に関与して先導していくべきだと思います。

もう一つ大事なことは、鉄がカーボンニュートラル社会に最も求められる材料だということです。鉄は製造時のCO₂排出量が他素材に比べて圧倒的に低いですから、カーボンニュートラルというのは実は追い風になります。ぜひ、若い研究者、



山末 英嗣

立命館大学
理工学部機械工学科
教授

エンジニアの皆さんには、攻めの姿勢でどんどん新しい製品や技術を提案していただきたいと思っています。

古原 カーボンニュートラルに代表されるような課題対応においては、鉄鋼協会では20年ぐらい前に環境エネルギー・社会工学部会が立ち上がった時から様々な議論がされています。当時、この部会でのグリーンマテリアルフォーラムに私も参加しており、省資源化やスクラップ由来元素の無害化など、いろいろな技術課題に関する対応について議論していたことを記憶しています。今の若い研究者・技術者の方にもそういう歴史を踏まえて、その先を見据えた新たな展開につなげてもらいたいと思います。私のように組織や材質の制御を研究する立場から見ると、鉄は社会インフラを支える構造材料として寿命をどのように考えるか、が重要課題の一つだと思います。長寿命化という壊れない材料の実現と併せて、いつ壊れるかという寿命予測によってどこまで安全に使えるかを担保することの両方の視点があります。今、文部科学省はデータ駆動型のマテリアルDX研究を推進していますが、そういう新しい研究手法も活用しつつ、今後の新規プロセス開発の中で、日本が海外に対して時代を先取りできる高性能鋼材を作るビジョンを、産学官が一緒になって構築し実現していけたら良いと思っています。

将来を担う若手人材への期待

堤 鉄鋼業の将来を考えるにあたり、大学が果たすべき役割や教育について、どのようにお考えですか。

高田 私の周辺では、材料工学を専門とするマテリアル工学科の学生でも、鉄や金属がどこに使われているかも気づいていない人が多いです。金属材料を作るプロセスにどれだけCO₂を排出しているとか、他の材料、例えば機能性材料で



松浦 宏行

東京大学
大学院工学系研究科
マテリアル工学専攻
准教授

ある半導体シリコンやリチウム電池は作るのにどのようなプロセスを経ているのか、ということを考えてみるよう学生に問いかけています。大量に作っている鉄があまりにも身近過ぎるので、そこでCO₂を削減することがどれだけ重要かということに、大学の教員としては、まず気づいてほしいと思っています。

山末 確かに、鉄は身の回りにあり過ぎて、ありがたさが理解されていない。一般の消費者は鉄がカーボンニュートラルになったらいいよねと言うけれども、その結果生じる影響についてはあまり考えていないのではないのでしょうか。学の立場からは、「こういう社会になったら鉄の値段が何倍になり、電気代も上がるから、あなたが欲しいスマホや自動車の値段は何円から何円に上がります。本当にいいですか」と情報提供をしなければいけないと思います。

松浦 大学は教育機関あるいは中立的な研究機関という立場なので、カーボンニュートラルが社会に対してどういうインパクトがあるとか、グリーンスチールの評価手法とか、そういう情報を学から打ち出すことはとても大事だと思います。その上で、日本発の標準化あるいはその評価方法を強く、スピード感をもって打ち出していく。そのやり方を学生に見てもらおう。もう一つ、カーボンニュートラルは今までの境界条件の中で考える限界を超えなければいけない問題だと思うので、学生に自由な発想で考えてもらうことが必要ではないかと思っています。教育機関としては、あまり色をつけずに基礎的なことを中心に教えていき、その上で研究して、自由闊達に議論できるような雰囲気を作っていくことが大切ではないでしょうか。

柳本 カーボンニュートラルについてよく考えてみると、これは省エネの問題でもあるので、すでに日本はいろいろ取り組んできています。だから今ある技術をブラッシュアップして、さらに新しい視点を入れてやっていけばいい。例えば、電炉鋼で高級鋼を作るという話はずいぶん前からあります。以前はこれ

小笠原 太

JFEスチール(株)
スチール研究所
製鋼研究部
主任研究員



が主流になる必要がなかったから、鉄鋼材料の基幹製造プロセスとして成立しなかったのかもしれませんが、これからは今までの研究開発の蓄積を生かしながら、コストも含めて技術を確立することが求められると思います。

学生について思うのですが、材料学科の学生と違って機械科の学生は、カーボンニュートラルというどうしてもエネルギーに関心が高いのです。研究でも実はそういうところがある。例えば下工程側で、省エネとTMCPの二つを考えたときに、私は前から冷却が極めて重要だと思っていました。機械の分野ですと、冷却は沸騰伝熱の問題として取り扱われています。昔からある割にはよくわかっていない分野なのです。こういった基礎的なところをしっかりと見直して、それをいかに製造プロセス側と研究側で生かしていくか、という視点が非常に重要だと思います。学生の側から見ると、沸騰や冷却は熱工学の一部にしか見えませんが、本来は鉄鋼材料の製造プロセスにも関わる共通の問題として認識されるべきであると思っています。

古原 現在私は学部教育には関わっていませんが、東北大学は金属への学生の関心は高いという印象を持っています。他の大学に比べて2~3倍ぐらいのマンパワーが、教員や研究者、学生も含めてありますし、大学として金属系材料に関する研究・教育を行うことが大事な役割だという意識があります。一方、最近気になるのは、学生の質の変化かも知れないのですが、海外指向があまり見られず、若手研究者も含めて意識が内向きになっているように感じることです。海外の留学生は非常に多く、日本の学生よりも総じてアクティブです。日本が海外の人材を受け入れるのは重要だと思うのですが、グローバルな競争の中で打ち勝っていける日本人の育成、という点はさらに大事だと思います。

堤 今日集まっていたいただいた企業側の方は40歳ぐらいの方

菅野 伸国

(株)神戸製鋼所
鉄鋼アルミ事業部門
事業戦略部CNグループ
主任部員



が多いのですが、自分たちが入った時と比べて最近の新入社員は何か変わった点がありますか。

大塚 5年前にロードバイクのレースについて雑誌の取材を受けたことがありました。ロードバイクのフレームは、昔はスチールでしたが今は競技用途ではほぼ100%カーボンです。使用済みのカーボンフレームは処理が困難だが、鉄はリサイクル性が非常にいいということで、記事の大半がリサイクルの話になってしまいました。最近の若い人たちは、かなり環境意識が高く、何か地球環境に貢献をしたいという心意気のある社員が多いと思います。カーボンニュートラルは鉄にとってマイナスではなく、他素材から鉄に回帰できる機会かもしれない。例えばロードバイクもカーボンをやめようとか、そういうレギュレーションになるかもしれないとも感じます。ところでカーボンニュートラルばかりに気を取られがちですが、SDGsの1番目は「貧困をなくそう」なのです。鉄は、食料やエネルギーと同じように、途上国の生活を支えるためになくしてはならない材料です。これからはきちんと鉄を作って、途上国にも貢献するのが、私たちの使命だと思います。

小笠原 最近の若手社員は、要領よく求められたことをアウトプットしていく点では結構優れていると感じます。製鋼分野では工場のDX化を進めようとしています。それだけではなく、やはり現場のオペレータの職人的なセンスも必要だと感じます。昼夜を問わず工場に張り付いてオペレータからいろいろな知識を伝授してもらいながら、そこで何かを得る。操業データにしてもデータを見るだけではなく、現物を見て初めて実感することもあります。そういったチャンスが最近減ってきていて、かわいそうな気がします。

菅野 私のいるエネルギー部門に限って言うと、機械系や化学系の出身者が多く、材料系の学生はほとんど配属されません。そんな学生がなぜ鉄鋼業を選んだかという、製鉄所

を初めて見学した時に体感する圧倒的なスケールの大きさだと言います。私もそうでした。ひとたび製鉄所の門をくぐると、高炉をはじめ巨大な工場が建ち並び、軌道上をトーピードカーが移動していたりと、別世界のような空間に感動し、こんなところで働きたいと思い入社してくる学生が多いと思います。ですがいざ仕事を始めてみると、製鉄所は24時間連続操業でもあり、夜間・休日労働などもあります。こういう仕事の仕方にすぐ慣れる人、なかなか慣れない人がいますが、最近の若い社員は後者が多いかもしれません。では、どうするか。私は、なるべく早い段階で「仕事って色々あるけど楽しいよね」と思えるようにしてあげることが重要だと思います。例えばちょっとした設備の改造であっても、自らやり切ってコストダウンや効率改善を実感できると「仕事は楽しい」と思えるのではないのでしょうか。また、現場から信頼されて個別に相談を受けたり、真っ先に電話がかかってくるようになると、素直にうれいすよね。

日本の科学技術を先導する役割

福田 私たち鉄鋼業に携わる者は、日本の産業全体を見まわして、日本のものづくりを支えているのは鉄鋼業なのだという自負があります。今後は、それをもう少し目に見える形で伝えていきたいですね。鉄を使って自動車のフレームを造ったり、ビルを建てたり、橋の構造を考えたり。鉄鋼業もここまでやっているということ言えば、学生にも響くのではないかなと思います。鉄は魅力がある成長産業ですし、カーボンニュートラルで第二の創業期を迎えているドラスティックな産業でもあります。当然、若手の活躍する場がどんどん広がっています。また、鉄はメタラジーだけでなく、機械も化学も電気もITも農業系も、それぞれが中心となって活躍する総合産業でもあります。素材としての面白さに加えて、こういった鉄の魅力を、開発の成功談、失敗談といったわくわくする「ものがたり」も交えて、学生だけでなく、若手社員にも伝えていければと思います。

柳本 鉄鋼協会としては、技術部会活動はたいへん重要ですが、最近では新型コロナ感染拡大のため対面でできなかつたので、これから対面にしてより活発になると良いと思います。先ほど、学生が海外に向かわず内向きという話がありました。そういうことを前提として、協会の活動もやらなければいけないと思います。また学会部門の活動では、講演会などの参加を通して鉄鋼メーカーの若手が外向きになるような活動をする必要があると思いました。幸いにして、鉄鋼協会は学会としての側面と技術者集団の協会としての側面の両方があるので、そこをうまく若い人に活用してほしい、と改めて言って



(司会)
堤 康一

(一社)日本鉄鋼協会
会報委員会委員長
JFEスチール(株)
スチール研究所
製鋼研究部 主任研究員

いきたいと思うのです。若い人には野心を持って、新しい世界に打って出てほしい。鉄鋼協会の活動が、生産技術部門も学会部門も新しい方向に打って出ることが必要だと改めて感じました。

堤 それでは最後に古原会長から、今日の議論の感想と会員へのメッセージをいただけますか。

古原 鉄が私たちの社会を支える最重要な素材であり、鉄の果たすべき役割は今にも増して大きいということ、また高炉生産なども引き続き大事だということを皆さんからの意見として聞くことができ、大変勇気づけられました。鉄鋼業の産業競争力および鉄鋼関連の科学技術力をいかに向上させていくかということが変わらず大事であり、ひいては日本の科学技術力の向上を先導するという総合工学としての鉄鋼業の役割につながるのだと思います。その中で、今後は新しい原理原則、AI、DXなど新しい技術を研究開発に導入していったさらなる発展につなげるとともに、学生や若い研究者たちがそういう成功例を見て、鉄鋼業や鉄に対してさらに興味や夢を持ってくれたら、未来に向けた持続的な発展にもつながります。関連して、鉄鋼協会としては、最近の会員数の漸減傾向が増加に転じるような魅力ある取組みをしていきたいと考えています。その例としては、新しい観点に立った研究助成や新しい人材育成メニューなどが挙げられます。鉄鋼協会には、鉄鋼業とその関連分野を支える研究、技術開発、育成などを先導し、それらの活動を通じて社会に貢献するという重要な役割があります。今後も、産学官が協力して、協会活動がより活性化していくことを目指したいと思っておりますので、会員の皆さんには、ぜひ今後ともご協力をいただきたいと思います。

堤 では、これで座談会を終わらせていただきたいと思います。どうもありがとうございました。