



鉄の未来を語ろう



2013年、新しい年が始まった。次の世代を担う人々は、鉄の未来にどのような夢を描いているだろうか。今回は、勝山会長の呼びかけにより、若手の研究者、技術者に集まっていただき、今後期待される革新的な鉄鋼材料や製鉄プロセスについて、自由な意見を語っていただいた。

出席者(敬称略)

- 勝山 憲夫 ◆(一社)日本鉄鋼協会 会長
- 石倉 亮平 ◆大同特殊鋼(株) 研究開発本部 特殊鋼研究所 構造材料研究室
- 岡田 英也 ◆(株)神戸製鋼所 加古川製鉄所 製鋼部 製鋼技術管理室
- 杉田 一久 ◆JFEスチール(株) 東日本製鉄所 第一冷延部 冷延技術室
- 田口 謙治 ◆新日鐵住金(株) 技術開発本部 プロセス研究所 製鋼研究開発部
- 矢部 室恒 ◆日本冶金工業(株) 技術研究部 耐食材料・表面処理グループ
- 佐藤 大祐 ◆北海道大学 大学院工学研究科 材料科学専攻 修士2年

- 藤井 貴浩 ◆東京工業大学 大学院理工学研究科 物質科学専攻 博士課程2年
- 藤田 裕介 ◆東北大学 大学院工学研究科 金属フロンティア工学専攻 修士2年
- 小野 嘉則 ◆(独)物質・材料研究機構 材料信頼性評価ユニット 主任研究員
- 森田 一樹 ◆(一社)日本鉄鋼協会 会報委員会委員長 (司会)
- 上島 良之 ◆(一社)日本鉄鋼協会 会報委員会副委員長
- 小島 彰 ◆(一社)日本鉄鋼協会 専務理事

(収録日:2012年9月11日)

革新的な鉄鋼材料の可能性

森田 今日は、鉄鋼業界各社、研究機関、大学から次代を担う若手の皆さんにお集まりいただきました。皆さんが将来に向けて考えている革新的な材料やプロセス、それを実現するための方法などについて、自由に意見を述べていただきたいと思います。

勝山 お忙しいところをお集まりいただきありがとうございます。私は大学の修士課程を出て、1975年に新日本製鐵に入りました。最初は大大製鐵所に配属になり、最初の6年間は研究部門で、その後はずっと製造現場で、商品開発に近いところを担当しました。最初に研究部門にいたことは、現場で非常に役立ったと思います。また製鐵所にて、製鐵のプロセスそのものが変えられないだろうかと、非常に強く感じていました。鉄の高炉還元の方法は、

大島高任が日本で最初に高炉を作って鉄を作ったときから150年間基本は変わらないのです。製鉄で新しいことをやっても、基本のところはなかなか変えられずにここまで来ていますが、将来を考えると何か変えなくてはいけないのではないかと気がしています。皆さんの世代で何か新しい革新的なことが生まれるのを期待しています。

森田 では、最初の話題として、「革新的な構造材、機能材としての鉄鋼材料の可能性と、社会へのインパクト」について取り上げたいと思います。まず材料関係の方から、自由なアイデアを出していただけますか。

石倉 大同特殊鋼では現在、特殊鋼の研究所で、自動車メーカーと共同でクランクシャフト等のエンジン周りの部品や歯車等のトランスミッション関係の部品の材料開発を行っています。自動車

用材料に求められるニーズは、1つ目は自動車走行中のCO₂排出量低減、2つ目は自動車メーカーでの製造過程でのCO₂排出量低減、もう1つは省資源、低コスト化です。我々はずっと、燃費改善やCO₂排出量低減を目的に、材料の高強度化による部品の小型・軽量化の実現を目指しています。この究極系としての革新材料を2つ考えています。1つはナノ結晶です。現在材料の結晶粒径は小さくて10 μ m程度ですが、ナノ結晶は1 μ mクラス。こうなると飛躍的に材料強度が伸びると言われています。それは工業的に使うレベルにもっていくには、まだまだ研究が必要ではありますが、バルクナノ結晶が実用化されれば、材料の高強度化によって飛躍的に軽量化ができるだけでなく、レアメタルレス化、省合金化にも直結しますので、自動車業界のみならず社会へのインパクトはかなり大きなものになるのではないかと考えています。もう1つはポーラス金属で、材料に穴をあけて軽くするという技術に注目しています。ある論文で見たのですが、これは、焼結材で代表されるような一般的に欠陥としてとらえられる等方的で球状な気孔とは異なり、気孔の形状をレンコンのような円柱状に制御することで、一定方向に対する応力集中を緩和させて強度を保持するという画期的な技術です。さらに穴を空けるのに窒素ガスを使うことで同時に固溶強化の効果も発揮され、気孔率40%ほどでもノンポーラス材料に見劣りしない強度を示すという結果も研究レベルで上がっています。

小島 最近、ある工場でバルク状の微細粒鋼の製品を見る機会がありました。結晶は1 μ m以下だそうです。燃料噴射口などは非常に細かい形状が必要で、結晶が10 μ mだと精度が出ない、微細粒鋼だと切削したときの形状が非常に精密にできる特徴があるということで、そういう面からも非常にインパクトが大きいと思いますね。

勝山 ポーラス材料については、ある自動車会社の人に「鉄はなぜ透明にできないのか」と言われたことを思い出します。よく考えたら、鉄鋼製品のエキスパンドメタルというのは、いわば透明な鉄板なのです。物理的には透明ではないけれど、人間の感性としては透明になっていると思います。

求められる構造材料の信頼性

森田 ステンレス鋼でも、期待される材料があるそうですね。

矢部 2010年10月に供用開始となった東京国際空港(羽田空港)の新滑走路にスーパーステンレス鋼を使えないだろうかという研究をしてきました。この滑走路は、栈橋方式と埋め立て方式のハイブリッド工法になっています。この栈橋の杭の部分は鉄でできていますが、杭を海水と接触させないための被覆材として種々のステンレス鋼を検討しました。実際に使われた材料は、SUS312Lというスーパーオーステナイト系のステンレス鋼で、耐食性を向上させる目的でSUS316Lよりニッケル、クロムやモリブデンを高め、さらに窒

素を添加しています。海水に対するスーパーステンレス鋼の耐食性データや適用事例は乏しかったのですが、実験室での加速試験と実海水を用いた暴露試験を行い、採用に至りました。

使用されたのは0.4mmと非常に薄いステンレス鋼ですが、これをどうやって被覆すればよいかたいへん苦労しました。結局、インダイレクト・シーム溶接法という新しい方法をエンジニアリング会社の方と共同開発しました。

上島 スーパーステンレス鋼は、どのようなところに使われているのですか。

矢部 鋼管杭の防食は、海水とどう接するかによって区分されています。杭のうち、海水スプラッシュが飛来する飛沫帯と潮の満ち引きがある干満帯は電気防食ができないので、無垢の材料で対応しなければいけない。そこにスーパーステンレス鋼が使われています。

佐藤 部分的に被覆をするという方法のようですが、すき間腐食のように、界面があるところで腐食がより早く進んでしまうという問題はないのですか。万一少しでも穴が空いて海水が入ったりすると、錆びてしまわないのですか。

矢部 スーパーステンレス鋼を鋼管杭に被覆するというシンプルな話ですが、インダイレクト・シーム溶接にプラズマすみ肉溶接を併用してすき間構造や穴がないように注意して溶接しています。

森田 ステンレス鋼の場合、この組成ならこういう特性になる、というようなデータベースは、多元系のものでもしっかりまとまっているのですか。

矢部 ええ。強度なのか耐食性なのか、あるいは耐熱性なのか、どの特性が一番大事かということで、大まかな組成はだいたい決まります。過去の知見、それと最近では熱力学計算ソフトが役立っていますね。

上島 このスーパーステンレス鋼には窒素を添加しているようですが、窒素を入れると難しいのはどんなところですか。



(一社)日本鉄鋼協会 会長
新日鐵住金(株) 代表取締役副社長
勝山 憲夫



大同特殊鋼(株) 研究開発本部
特殊鋼研究所 構造材料研究室
石倉 亮平



日本冶金工業(株)
技術研究部 耐食材料・表面処理グループ
矢部 室恒

鉄の未来を語ろう

矢部 窒素の添加量と成分系で異なりますが、一般的な傾向として、まず、熱間強度が増大するため熱間圧延が難しくなります。それから、窒化物の析出や構造材ですから溶接時のブローホールにも注意が必要です。溶接したときに窒素が抜けると、そこだけ耐食性や強度が落ちてしまうという問題があります。窒素に限りませんが、成分元素は入れたら入れただけ良いというわけではありません。合金設計は材料特性が使用先で十分に発揮されることが主目的ではありますが、製造プロセスや施工性も考慮しなければなりません。

小野 ステンレス鋼の開発の歴史の中で、窒素はかなり最近になってから入ってきた元素ですよ。ステンレス鋼に何かの元素を入れたらおもしろい材料ができるのではないかと考えたことがありますか。

矢部 例えば、ボロンを入れると熱間加工性が向上するということはよく知られていますが、ただし、凝固割れ感受性も上がってしまうというように一長一短があります。微量元素、言わば「鼻薬」のようなものですが、そういうppmオーダーの添加で、特性やプロセスが変化するというのも、興味深いと思っています。

勝山 鼻薬を少し入れると、劇薬のように効くことがあります。昔は、特性がよくなるのなら微量元素をもっと入れろ、ということを入れていた。勘とか経験とかという話だったのです。どこに入っているかという機能を果たしているかというのがわかってきたというのは最近ですよ。ようやくサイエンスになってきたと思いますね。

小島 鼻薬ゲノム解析プログラムなどは、プロジェクトをつくって研究するとか、本当はそういう取り組みがあってしかるべきなのかもしれません。

田口 たしかに過去の研究を振り返ると積極的に何か元素を入れて特性を改善しようとした結果、かえって副作用が出てしまいあきらめているというケースが往々にしてあります。現在、分析技術も非常に進み、ごく微量という世界でも容易に制御・観察できるようになってきているので、新たな材料設計など、おもしろい発展があるかもしれないですね。

勝山 先ほど話題になった海洋腐食環境での構造物は、風力発電などでこれから増えていくでしょう。最後までネックになるのが腐食ですよ。私は、最後はやはりクラッド材料、複層鋼板に行き着くように思います。チタンは高価だから、耐食性が求められる



(独)物質・材料研究機構
材料信頼性評価ユニット 主任研究員
小野 嘉則



北海道大学 大学院工学研究科
材料科学専攻 修士2年
佐藤 大祐

表面だけに使えば良い。

田口 プロセス開発が大きな課題の1つになるでしょうが、複層鋼板を容易に製造できるプロセスを確立できれば、革新的ですね。それがクリアになれば、種々の用途に展開できる可能性は十分にあると思います。

森田 構造材料では、疲労の対策も重要ですね。

小野 私は、ロケットエンジンの構造材料評価を行っています。エンジンに使用される材料は、液体水素や液体酸素の極低温の液体燃料や、高圧水素ガス環境に曝されますので、それら極限環境中での材料の変形や破壊などを扱っています。材料の疲労破壊をはじめ、クリープ、腐食など、時間依存型の損傷に関して、そのメカニズムははっきりしないものが多いです。自分で推論しても、それを実証するのにとても時間がかかり、答えを出すまでものすごくエネルギーが必要です。しかし、何とかメカニズムを解明し、より損傷しにくい、より壊れにくい材料開発につなげていくことが重要と思っています。一方で、材料がどの程度損傷しているか、いつ壊れるかを評価できる技術が確立できれば、材料の信頼性確保につながり、社会的なインパクトが大きいと思います。

勝山 構造をつくった状態で評価できる方法があれば、これは世の中に大きく貢献する技術だと思いますよ。製造現場で、大型の構造物のどこかに破壊が起こる。疲労破壊と言えば仕方ないと思うが、疲労破壊が起こる前に精度よく評価できれば、手の打ちようもありますね。

小野 ロケットエンジンの場合、物をファブリーケートするメーカーでは、材料表面のキズや溶接欠陥は製造上入ってしまう可能性があるため、許容したい。しかし、部位によってはそのような欠陥



を許容しない、亀裂が発生するとすぐに破壊に至るものもあります。亀裂がいつできるのか、亀裂ができるまであとどれくらい時間(余寿命)があるのかを把握できる方法はないですか?と問われており、何か手段がないか試行錯誤しています。

勝山 例えば溶接部では、UIT(超音波衝撃処理)をやって寿命を延ばすと、我々は宣伝しています。でもどうやって寿命が延びるか、その仕組みはまだ解明し切れていないのではないかと思います。

杉田 製造現場でトラブルが起こったときの1つの考え方が安全率ですね。安全率をどのくらいとして、これくらい余計に見積もっておけば壊れないでしょうと考える。でも、何がどうなっていく壊れるというのがきちんとわかれば、安全率に対する考え方もはっきりするし、余計な材料を使わなくてもよくなり、非常にすばらしいことだと思います。

小野 安全率は今のままでもいいと思いますが、どれくらい余裕があるかがわかるようになると思います。その情報を知るか知らないか、これがすごく大きいと思いますね。

岡田 製鉄所の設備は老朽化が進んでおり、建設してから1回も補修や取りかえを行っていない設備で突然大きなトラブルになることもあります。そういうことが事前にわかれば、何らかのアクションもできると思います。

藤井 いつ、なぜ壊れるかをきちんと予測するためには、推測と実証がセットで必要だと思うのです。このうち推測は、研究所レベルではどこまで進んでいるのでしょうか。

小野 ある計算科学の専門の方に、疲労とかクリープという現象を計算で示すことは非常に難しいという話を伺ったことがあります。詳細はわかりませんが、計算する上で、そのベースになるデータが少なかったりするのではないのでしょうか。

藤井 ベースのデータは、材料、設計、環境の要素が全部いっしょになってこそベースになると私は思うので、新開発の場合は今までのものがどこまで有効なのかというのは、少し気になるころですね。

勝山 今、解析機器が進歩しているのと並行して、計算技術もとても進んでいます。この両方がある初めてメタラジーからサイエンスへの転換があると思います。昔は、大学の先生が格子欠



(一社)日本鉄鋼協会 会報委員会委員長
東京大学生産技術研究所教授(司会)

森田 一樹



東京工業大学 大学院理工学研究科
物質科学専攻 博士課程2年

藤井 貴浩

陥というのはこうだと黒板に書いてくれて、我々はそれを信じてきた。今は、それが目に見えるようになりましたね。

革新的プロセスとリサイクル

森田 次に、プロセス研究をしている方から、革新的なプロセスについて提案していただけますか。

岡田 例えば精錬をするとき、昔は空気を吹いていたが、酸素を高純度で分離する技術ができて純酸素を吹けるようになり、高品質な鋼ができるようになった。そのように、周辺技術ができて初めて新しいプロセスができる。このような技術が、我々が今直面している課題とマッチすれば、革新的なプロセスができるのではないかと考えます。例えば超伝導の利用です。今、製鋼の現場では、溶鋼の流動制御のために電磁攪拌をする技術があります。容器の中に溶鋼を入れて精錬をしますが、どうしても容器の耐火物から不純物が入ってくる。それが軸受鋼のベアリングであれば、小さな介在物があるとそこが疲労の起点になったり不良品の原因になったりする。もし強力な磁場の中で電磁浮遊のようなことができれば、非常にクリーンな鋼が作れるのではないかと思います。そのほか、センサー技術にも注目しています。もし、溶鋼中の介在物の個数や動き方がダイレクトにわかったら、品質管理の精度は大きく進歩するでしょう。そういうときに、スーパーコンピュータを生かしたらよいと思います。

森田 溶鋼を浮遊させて精錬するというのは、いわゆる大型のコールドクルーシブルを使うということですか。

岡田 そうですね。少し空想の世界のようなイメージもあるのですが、溶鋼流動をしっかりコントロールするという意味でうまく使えないかなと考えています。

佐藤 溶鋼の流動を制御できるようになれば、温度分布なども幅広く制御できるようになりますね。そのうち、その技術に付随しているいろいろな組織の制御方法が出てくるかもしれません。

岡田 はい。今までできなかった冷却条件や成分系が可能になるという広がりが出てくるかなと思います。

森田 革新的な発想で、製鉄所のプロセスや精錬限界も大きく変わるかもしれませんね。



(一社)日本鉄鋼協会 専務理事

小島 彰



(株)神戸製鋼所 加古川製鉄所
製鋼部 製鋼技術管理室

岡田 英也

鉄の未来を語ろう



新日鐵住金(株) 技術開発本部
プロセス研究所 製鋼研究開発部

田口 謙治



東北大学 大学院工学研究科
金属フロンティア工学専攻 修士2年

藤田 裕介

上島 例えば、化学反応の圧力を考えると、いまの製鉄プロセスでは製鋼2次精錬の 10^{-3} 気圧から高炉操業の5気圧ぐらいまでを使っていますね。この範囲は21世紀もそのままなのか。高強度とか高靱性の鉄鋼材料を目指して、酸化物を少なくした高純度鋼を作ろうとするのですが、残留酸素量は今はまだppmの世界です。いつか1ppmを切れると期待されていますが、今のままでは限界があって、何か新しいものがぜひ欲しいですね。将来は「えっ、ppmオーダーという世界が昔あったのですか」と驚かれるようにしたいものです。

森田 そのほかに、省エネルギーに関する技術は何かありますか。

杉田 鉄は大量に使われていることもあって、鉄を作るのに必要なエネルギーは全産業の中でも非常に大きい。1つの案として、熱処理を省略するような加工方法にして、硬いものをあえて作るという方法があると思います。つまり、熱処理をなくすのです。しかし、最終製品の形になるまでにどんどん加工硬化されて硬くなっていくので、最終製品の形を作ることが難しくなってしまいます。この課題の対策も考えていくことが必要だと思います。

森田 冷やしたり加熱したりの繰り返しで、熱のロスはかなり大きいので、そのエネルギーと時間を省略したいということですね。プロセスを何か改善すれば、繰り返しをしなくてもよくなるというようにはならないのでしょうか。

杉田 ひとつひとつの工程を順次繰り返していくと冷やして温めての連続になってしまいますので、例えば連続して処理することによって、繰り返しの回数を減らすとかという方法も非常におもしろいと考えています。

石倉 焼鈍を省略すると、最終製品としては硬いものができ上がる。でも、それがお客さまの所に行って、硬い方がうれしいのか、逆にお客さまの方で焼鈍の追加が必要となってしまうのではないか。鉄鋼メーカーが安く作って納めるか、それとも缶製造メーカーで作るコストがかかるか、そのバランスの見極めが難しいですね。

杉田 飲料缶の場合は、薄板を巻いて溶接している缶で、板の厚みが薄くなっていくとどんどん缶が弱くなっていく。缶の強度は確保しないといけないのですが、缶を作るとき、硬すぎると巻いても戻ってしまうので、なかなか難しいと思います。

勝山 製缶メーカーは、介在物についての要求がとても厳しいのです。そこまで言わなくてもいいのではないかと思うぐらい強く言われて、すごい高純度鋼を作る。何が情けないかといって、使った後みんなが缶を捨てるでしょう。苦勞して作ったのに、どうしてこんなに捨てるのかと思いました(笑)。

森田 これはうまくリサイクルしなくてははいけませんね。

田口 リサイクルコストも意識しなければなりません、鉄の完全リサイクルは非常に重要だと思います。従来からのトランプエレメント問題の解決が必須になるでしょうが、逆の発想で、それら元素をうまく活用した新たな材料設計ができないかも興味深いところです。一方、リサイクル性の完全追求の観点からは、極力、合金元素を多様化しないことも重要と考えています。その究極の1つとして、高温でも錆びにくく、海洋構造物など耐候性材料用途として可能性のある超高純度鉄も興味深いと思います。

そのほか、クリーンな水が有する酸化力をうまく使うことはできないでしょうか。水蒸気をうまく使って脱炭、脱ケイなどの酸化精錬を実現できれば、完全スラグフリーも夢でないかもしれません。

森田 実際にシリコン精製の冶金法では、除去困難なボロンも水蒸気を添加したプラズマ処理で効率よく揮散させることができますね。

藤田 添加元素があまり公表されていない状態で、いろいろな材料をいっしょにリサイクルしようすると、不純物元素も有用な元素も散逸してしまう。それらをうまくソーティングしてリサイクルすることはできないのでしょうか。

田口 鉄はいろいろな構造物に使われており、ある部分は鉄だし、ある部分はアルミニウムあるいはそれ以外かもしれない。それらを完全にソーティングするのは、現状では非常に難しいことです。

森田 長い歴史の中で私たちは、自然の酸化鉄から酸素を取って、たくさんの鉄を得てきました。すでに製品としての寿命を全うした鉄のストックは貴重な資源になりますね。やはり、鉄スクラップを主たる鉄原料とすることが将来の大きなミッションであると思います。そのためには、電炉で高炉と同じレベルの品質の鋼を作り分ける技術が鍵になると考えられますが電炉メーカーでは、原料としてどのようなスクラップを使っているのですか。

石倉 スクラップでも、鉄原料となる購入屑と工場内で発生する



JFEスチール(株) 東日本製鉄所
第一冷延部 冷延技術室

杉田 一久



(一社)日本鉄鋼協会 会報委員会副委員長
新日鐵住金(株) フェロー

上島 良之



鋼屑(リターン屑)に大きく分けられていて、さらに購入屑の中でも「新断」と言われる純度の高いものから「ドライ」のような不純物が多いものまで、細かに区分けされています。品質と製造コストのバランスを考えてスクラップの配合を決めるのですが、例えば、必要な強度特性を得るために高潔度度が求められる部材に対しては、不純物の成分規格が厳しくなるため、新断のような高級なスクラップを使うことはよくあります。

矢部 スクラップの値段は純度にも左右されるので、安いものにはそれなりのものが入っているということだと思います。鉄のトランプエレメントでよく聞くのは銅の話ですが、実際には薄めて使っているのか、または脱銅というプロセスを経るのか、どういう方法でやっているのでしょうか。

森田 脱銅でうまくいけばいいのですけれど。

上島 脱銅せずに、ニッケルを添加して銅の悪影響を消す方法がよく使われます。「毒をもって毒を制す」という考え方で、1つでは効果はないけれども、複合的に元素添加するとトランプエレメントの悪影響がなくなる、というルートも考えられるかもしれません。

異分野交流で新たな展開を図る

森田 今日出てきた革新的な材料やプロセスを実現するために、今後必要なことは何だと思えますか。

岡田 鉄鋼業は大量生産で歴史も長く、膨大な量のデータベースがあるので、それらの統計処理という意味でスーパーコンピュータを使えないかと思えます。しかし、大切なのは計算力だけではない。我々は、鉄鋼を中心に物を見ているところがあります。例えば、日本のいろいろな企業の力を集めて、交流できる場ができないか。それに対して鉄鋼業がどう対応するのかということを、議論していく必要があると感じます。

杉田 新しいプロセスのためには、失敗を恐れない投資が大事だと思います。新しい設備を作ればよくなるかもしれない、でもうまく使いこなせるかどうかかわからない。そんなときでも、だれかが「成功する」と信じてお金を払って、1つのプロジェクトとして実行するという判断をしないとイケない。失敗するかもしれないからと縮こまってしまうと、先に進んでいくのは難しいと思います。

勝山 私の経験で言えば、大胆な技術を導入して成功するとき、その陰には若い人の地道な努力があると思えます。言い出した人が途中で挫折すると、失敗することが多くなる。壁を乗り越えるには、相当の努力が要るということですね。

矢部 異分野交流についての私の体験ですが、腐食の研究会で知り合った方から、私も腐食以外の知識を得るために、また、材料メーカーも溶接や施工の実際の現場で問題となっていることをもっと深く考えるために新しいプロジェクトをやらないかというお誘いを受けました。そこで、溶接学会の方と腐食防食協会(当時)の方で新しい合同委員会を立ち上げたのです。溶接と腐食の専門家が集まって何回か委員会を開きましたが、言葉が通じないことが多い。腐食とはこういうもの、不動態皮膜とは、というような基礎的な技術目線の目合わせをして、その上で何かやろうとしています。そのうち微生物腐食という話が出ると微生物の専門家を呼んだり、応力腐食割れという観点から力学の専門家が参加したりしていて、そういう活動で、私自身いろいろ知識を得ました。大事なのは、お互いに知らないということを恥ずかしがらずに言えることなのですね。こういう取り組みができれば、日本の技術はもっと上がると私は考えています。

森田 今のお話にあるように、互恵関係がある人同士で連携するというのがポイントになりそうですね。

石倉 スーパーコンピュータの開発者は鉄鋼の分野をあまり知らないで、その分野で使われることなど想定して作っていないと思います。ですから、まずはスーパーコンピュータを作っているメーカーと知り合える機会をどうやって設けるか。ここが鍵になると思います。

小島 実はスーパーコンピュータの京を使ってくれないかという話が、理化学研究所から来ました。彼らも世界一のスーパーコンピュータを作ったと、そこまではいいけれども、どこで使うかはもっと重要です。これを鉄鋼関係で使ってくれないかということでした。

佐藤 企業から大学に、共同研究をやりませんか、という話は多いはずですが、革新的な材料やプロセスを研究する上では、企業側の目線と研究機関の目線が、必ずしも常に同じ方向を向いている必要はないと思います。最終目的としては同じ方向を向くべきですが、例えば、企業は実問題に関するテーマを主に扱い、研究機関はある程度の自由度を持って研究する。そのうえで、特異な現象が偶然出てきたときにどう使えるかを一緒に考える。そういった協力関係も重要だと思います。

小野 結局は、産と学がどこまで腹を割って話せるかということになると思います。個人の努力で問題解決をしていくのは大変ですが、ある程度連携ができるとなると、そこからはスピードが出るでしょう。だから共通目的があれば、問題を一緒に解決するという連

鉄の未来を語ろう

携がしやすいのではないですか。

勝山 私は企業の立場ですとやってきましたが、もっといい材料が作れないかとか、プロセスをどうするのかという根本の話になると、やはり基礎がないと難しいのです。経験だけでは無理ですね。基礎のところを強化すると、大学の先生方の協力がなくてはならない。企業もだいぶ努力してきましたが、それでも大学との連携というのは必須だと思います。

小野 企業側にどんなシーズがあるかという話になったとき、どこまで学の側にオープンにできるか。そこは「物を作る者」と「原理原則を考えていく者」のそれぞれが、限られた時間の中で役割分担をする必要があるでしょうね。

森田 産学連携で基礎研究を追求するのは、やはり難しいですよ。最近では知的財産管理のことも絡んできます。我々によく課題をいただいて研究しますけれども、やらせていただく以上は、単なる測定屋で終わらず、考え方や手法に進化を求めています。シーズ発掘を伴い、お互いにwin-winの関係になるような産学連携を積極的にやっていきたいと思っています。それから、異分野の話ですが、例えば鉄と非鉄ですらかなり乖離していると思うのですよ。壁があって、お互いがお互いを知らないというのを実感することがあります。

田口 実際には、鉄鋼メーカー同士では情報開示をしにくいこともありますが、異分野・異業種だからこそ情報を互いに開示しやすい場合もあると考えています。互いの常識・非常識を共有しあうことによって、新たな発見や、さらにはそこから理想形が生まれる、そんな可能性が十分あると思います。

小島 例えば鉄鋼メーカーにいた人が非鉄メーカーへ行くケースもあります。そういう人の話を聞くと、こういう点が違っていたと具体的に教えてもらえて、非常に参考になりますね。

勝山 何か場を設けて、精錬、鋳造、圧延、材料のように要素技術を取り出すと、議論ができますね。原理原則のところを共通項を見つけて、異業種の人と話を広げてwin-winの関係を作る。それが産業界としてのドライビングフォースになるとよいですね。

森田 藤田さんは学生の立場から、鉄の魅力についてどう考えていますか。

藤田 私の周りにいる学生に聞くと、身近に製鉄所がある地域の人は、鉄鋼業を小さいころから知っていて就職も考えています。私の場合は、大学4年になってやっと、鉄がたくさん使われていることに気づきました。鉄はすごい、ということ、鉄鋼業全体で子供や中学生ぐらいにもわかるようにうまくプロモーションしていけば、もっと志してくれる学生は増えるのではないかと、思います。「鉄は緑の下の力持ち」のようなことも言われますが、私としては、こんなに重要なことをやっている、胸を張ってもらいたいと思います。また、鉄を学ぶ人を育てることにもっと投資してもらえれば、学生や一般の人も含め、もっと盛り上がっていくのではないかと、思います。

藤井 藤田さんの言うとおりですね。鉄は基本的な材料であるからこそ、新しい用途や特性が見つかって一般の人にはわかりにくい面がある。鉄は組織制御などにより性質が変わる、ということを知りましたが、このように多様性や利便性があることをアピールする機会があればいいなと思っています。

勝山 何年か前から、企業はもっと大学に投資したらどうかということを書いてきました。それは、研究の結果よりも、すぐれた人材を育てるために必要だからです。技術者にとって、基礎というのは大切だと今でもつくづく思います。例えば、製鉄所の現場で夜中の電気トラブルがあって、自分は電気のことには知らないと思っても、だれも助けてくれない。どうしたら良いかを自分で考えなくてはならない。こういうときに、大学で教えてもらった知識だけではなく、大学で指導を受けた対処の仕方が役に立つのです。例えば試験方法とか、実験のときはこうするとか、きちんとデータをとるとか、そういう思考方法が、自分がいろいろな壁にぶち当たったときに役立つのです。だから先生方にはぜひそういう指導をしていただきたいと思っています。大学で得た知識は、会社へ来たらず意外と役立ちません。それより、こういう思考をする、という教えが役に立つのです。変化に直面したとき、それを乗り切った人たちは基礎があったのだと思うのです。企業でも大学でも、ブレイクスルーする基礎の思考が大切です。皆さんには、若いうちに基礎となる思考を身につけて、ぜひ革新的な技術を実現してほしいと思います。本日はありがとうございました。

