

## URA インタビュー記事

### ～新日鐵住金株式会社 技術開発企画部 本間穂高 上席主幹～

URA 鈴木 博之

第4回目のインタビューは、2015年の6月に開催したISSPワークショップ「物質・材料開発を支える基礎科学」で講演頂いた新日鐵住金の本間上席主幹にお願い致しました。このワークショップでは、産業の現場で直面している問題の中に基礎科学にとっても重要で挑戦的な課題があることを踏まえ、そして大型施設を含む公的研究機関がどのように貢献できるかなどをテーマとして物性研が主催したものです。(物性研だより 55 巻 2 号)本間上席主幹には「イノベーションを支え続ける構造材料であるために」という題目で、まさに世界最先端の鉄鋼開発において物性物理の重要性と今求められている課題について講演頂きました。本間上席主幹は、1987年に東大・生産研でNd<sub>2</sub>Fe<sub>14</sub>B磁石の研究で修士を取られ、旧・新日鐵に入社後は方向性電磁鋼板の性能向上など先端鉄鋼材料の研究開発に30年近く従事されてきました。海外もスウェーデンに2年ほど留学されています。2011年に文科省へ出向し元素戦略プロジェクト<研究拠点形成型>の企画・立案・実行などに携われ、産業界から科学技術政策、そして大学等の研究開発状況まで広く知見をお持ちの方です。今回は、ワークショップでの講演内容からもう少し踏み込んで物性物理に対するご意見を頂きました。物性研だよりの読者には鉄鋼材料と聞いて距離感を感じる方も多いかもしれませんが、材料開発の現場の立場から物性物理の研究者への期待として率直なご意見を頂いています。

2015年7月9日 新日鐵住金本社にて

**鈴木** ワークショップでは、物性物理へ様々な課題を投げてかけて頂いたと思います。

**本間** 大学の先生方に向かって大変失礼であることは百も承知で、いつも言わせて頂いています。文科省に出向して元素戦略に関わった際にも、この調子で福山先生に物性物理に対する疑問をぶつけて怒られました。実は、生産研の修士のときにも物性に関心が強かったので、六本木ではお隣だった物性研に伺って当時助教授でおられた福山先生に同じ調子で質問した事があります。今、材料開発現場での問題解決の中で物性物理に期待することが大きく、是非耳を傾けて頂きたいと思っています。

**鈴木** 具体的な現場の課題だけでなく、物性物理と材料の研究者との間の関係についても問題視されていましたよね。

**本間** 最初にお話したいのは、お互いがずいぶんと乖離してしまっているということです。物性側と材料側があまりにも離れすぎていて言葉が通じないんです。それが今の物性と材料の間の重要な問題だと感じています。ところが外国では両者が対話できていて、だから問題なのです。

**鈴木** 材料の研究者と物性の研究者の交流は確かに物性研でもかなり少ないと思われますが、外国でできているとは、どういうことでしょうか？



**本間** それについてはワークショップの際にも少しお話しましたが、海外では構造材料は物性物理にとってある意味一般教養としてのリベラルアーツの一つになっています。構造材料の引っ張り試験、破壊、靱性、塑性などは、海外の物性物理の研究者は何の分けへだてなく学んでいます。そのことを専門としている人はほとんど居ませんが、リベラルアーツとして知っているのです。例えば、ランダウ＝リフシッツの教科書には弾性論や流体力学が、量子力学や相対性理論と一緒に収められていて、物性物理のリベラルアーツとして扱われています。残念ながら日本の物性物理の研究者が例えば転位と言われても、それ何だっけと言われる方が大半だと思います。また構造材料だけでなく磁石材料の分野でも、磁区や磁歪など同じことになっています。



きない状態です。サッカーでいうと、私たち材料側がこれで材料開発に向けて出口ヘシュートをしようと思っているのですが、ボールが回って来なくて、ゴール前で呆然と待っている状態です。材料屋から見ると、非常にもどかしい状態というわけです。でも、ご存知の方は少ないと思いますが、日本の転位論の第1人は物性研におられた鈴木平先生なんです。

**鈴木一** 物性物理での電子物性は量子力学をベースに広く研究されていますが、実際の材料における研究への展開は、電池なども含めてまさに今展開しつつある状況だと思います。

**本間一** 先に数学に頼っていると話しましたが、もう少し具体的に言うと、今の物理学科は量子力学科としか呼べない状況にある様に見えます。先ほどランダウ＝リフシッツの教科書のところで話しましたが、流体力学はかつての物理学科の範疇でした。流体力学における粘性の問題を解こうとして分子論や化学、量子力学に移っていったのですが、肝心の流体力学がほったらかしになってしまっています。

**鈴木一** なるほど、そのような視点を持ったことは、お恥ずかしながらありません。

**本間一** 私がいつも質問することで、なかなか物性物理の人に理解して頂けないことがあります。それは「温度」や「エントロピー」とは何か？という疑問です。これを質問すると、大抵の先生はわかりきったことを聞くな、という感じであしらわれます。材料屋として問いたいのは、物理の解釈ではなくて材料屋が物理を使うという視点で見たときに「温度」が使える形になっていない、と言うことなのです。つまり温度が何を表現しているのかということだと思います。また、エントロピーについても、物理の方が揃えたエントロピーを全部足してエネルギーを微分しても現実の温度とはなかなか一致しません。つまり本来熱力学と統計力学は表裏一体で無ければいけないのに、熱力学が捉えているものを統計力学で全て描ききっていないことになり、現実に材料を扱っている現場では使えない代物になっているのです。多分、このたぐいの問題意識は物理の先生には無いように思えます。どうでしょう、エントロピーの理解を今よりも1歩進めたものにする方が、コーン・シャム方程式の計算精度を上げることより、ずっとインパクトのある重要なテーマだと思われませんか？

**鈴木一** 確かに、これまで話されてきた転位等の材料開発の問題においては熱力学が重要で、それには温度とエント

ロピー自体についてのもっと現実の系に解を与える理解が必要になるわけですね。それを誰が考えるかと言えば、物理学者になりますね。

**本間一** 端的に言えば、鉄鋼における基本となる冶金学とは熱力学が中心となっていますので、確かにエントロピーという概念を物理屋さんが生んでくれたから今の鉄鋼業があるとも言えます。出雲の鉄が大和の青銅に負けたのは、青銅をつくるには800度で良く、鉄を作るのに1500度の温度が必要だったけど、当時は1500度が得られなかったわけです。それは熱力学が支配した世界です。更に言うと、ご存知の通り近代になって鉄鋼業のために1500度を正確に測定できる温度計を作ろうとしてプランクが量子力学を生み出しました。そして、熱力学が完備され、それを冶金学というところで十分使いこなせるようになったのが近代鉄鋼業の最初の1歩です。そしてその次のステップが加工技術つまり格子欠陥の制御でした。今、日本の鉄が世界で勝っているのは、その熱力学と格子欠陥制御を融合させる技術で世界に先んじているからです。例えば、明石大橋に使われているワイヤーの長さは4kmで直径1mです。このワイヤーは一本5mmの線を束ねたもので、その1本の中身を原子顕微鏡で見ると、100原子のBCCのレイヤーと10原子のHCPレイヤーが交互に積み重なった構造になっています。そして、その4kmの間、ただ1つの欠損もなく組織を作り込んでいるわけです。

**鈴木一** ワークショップでもお聞きしましたが、そのスケールで、ただ1つの欠損もなく作り込むというのは大変な技術ですね。

**本間一** ここで熱力学と言いましたが、今のところこれはあくまでも道具としてあるだけです。熱力学は現象論であって、メカニズム論ではありません。そこで統計力学に期



