

いている。

出席は日本鉄鋼協会自動車用材料分科会委員と、各委員会が帯同する各社のメンバー 3 名以内総計 24~25 名ぐらいで 3 ヶ月に 1 回ぐらい行っている。

学会活動であるから営業的問題や特定会社の PR になるようなテーマや内容は極力除外して、大きな技術的トレンド、

検討しておくべき技術的課題、自動車用材料に関係する世界的情勢などについて、委員の個人的意見に基づく活発な討論を中心に運営するべく努力している。

¹⁾ 武智 弘: *Tetsu-to-Hagané*, 78 (1992), p. 339

²⁾ David J. Patrishkoff: SAE Technical Paper Series 890342 (1989)

9.3 「境界領域」の将来技術展望

—まえがき—

境界領域の将来を展望するために「境界領域」WG 委員の方々に座談会を行った。これはそれから抜粋し一部編集しなおしたものである。なお、日本鉄鋼協会内では、リストラ '80 が進められておりこの分野も様変わりしそうだが、この座談会はそれとは全く無関係に行われたことを付記する。WG 委員は以下のとおり (敬称略)。

吉田豊信 (東京大学, 主査), 鈴木洋夫 (金属材料技術研究所, 幹事), 岡田 稔 (住友金属工業(株)), 小倉邦明 (川崎製鉄(株)), 香川 豊 (東京大学), 河合伸泰 ((株)神戸製鋼所), 高谷幸司 (住友金属工業(株)), 竹内栄一 (新日本製鐵(株)), 武田紘一 (新日本製鐵(株)), (長棟章生 (NKK) と萩原益夫 (金属材料技術研究所) は欠席)

—新分野の過去 10 年間の歩み—

司会: 鈴木 初めに皆さんの認識を共通にするために、各委員から担当の分野の過去 10 年の歩みについて述べていただきたいと思います。

岡田 チタン関係では 15 年前にチタンブームが起き鉄鋼各社が競って開発に着手し、現在では学会活動も定着した感があります。チタン合金の主な用途は航空機関係に限られているために日本で開発された高性能のチタン合金が必ずしも世界の航空機産業界が採用してくれないことや最近の景気の低迷で各社期待していたほど需要が伸びていないことなどから新たな用途開発、例えば、建材やメガネ・時計といった領域への進出を考えねばならない時期にきていると思います。学会的にはここ数年、金属間化合物も採り入れる方向で活動を進めており、日本金属学会とも連携を深め合同で春秋の講演大会を開催するなど、境界領域の中では成功した方ではないかと思っています。

香川 複合材料の分野は、他の分野と違って日本は総合的には依然として後進国であるとの認識が必要だと思います。しかし、ここ 10 年間繊維関係では日本が世界をリードしていることは世界も認めており、これらを使った複合材料の将来をどのような思想を持って扱っていくかが課題であろうと考えています。今後は、高度な多様性が要求されることは明らかであり、各複合材料の長所、短所を十分に認識した新たな

な使用法と加工法の開発が要求されてくるのではないかと思います。

小倉 粉末の分野は、当初ファインセラミックスとの関連での発展が強く望まれていたように感じますが、構造物用のセラミックス分野が関連しており、最近では実用性についてはまだ疑問もありますが、メカニカルアロイングやそれに関する塑性加工のシミュレーションの発展が興味あるところです。最近の結果としては、射出成型技術の発展が挙げられ、実用化への道を着実に歩んでいると思います。

河合 私は粉末関係を担当してきたわけですが、10 年前の新素材ブームの時点がピークであったような気がします。実際、急冷アルミニウム粉末や、先ほども話がありましたファインセラミックスへの期待が非常に強かったものですから。しかし、ここ 10 年の歩みをみますと、鉄粉の 80% の需要を占める自動車関連分野は事業として展開したわけですが、その他での進展は予期したほどでなかったというのが現状ではないでしょうか。本会の役割としては、まず研究者の技術力を上げる必要を感じます。そのためには、多くの研究者に日本鉄鋼協会に参加してもらうことが必要です。例えば、発表者の PR の効果を高める意味でユーザーまでも含めた新たな分科会の創設が必要かもしれません。本分野は、他の協会や学会と競合する領域が多いのでチタンと同様に他学協会との連携による活動が必要な気がします。

竹内 電磁気冶金は 10 年ほど前、製鉄プロセスの行き詰まりを打破する手段として、夢のある積極的な研究対象として開始されたとの感が強くあります。すでに確立されていた電磁流体力学、特に液体金属 MHD の応用例として様々なアイデアが出され、一部実用化されているものもあって、本分野に携わってきた者としては、一種の満足感もあります。現在、国家プロジェクトとして電磁力の大規模利用が検討されており、今後いっそうの発展も期待されます。

高谷 私も材料電磁プロセッシングの分野に携わってきたのですが、電磁気というのは目に見えないものですから、それに対する期待感がいっそう強いものになったのではないかと思います。アルミニウムの分野における電磁気力を利用したモールドレス鋳造の成功に刺激されて、鉄への応用に関する興味深い成果が報告されています。今後は実設備での成功例が出てきて欲しいですね。

武田 私の担当はプラズマ分野です。10年前と比較して見ますと溶融還元への応用は期待されていたほど発展せず後退してしまいました。5年ほど前からタンディッシュの加熱にプラズマを利用することが各社で検討され、成功し、溶鋼加熱の分野で大きな進展がありました。取鍋スラグ改質への利用も始まっています。また、最近環境問題との関連でゴミ処理や有害廃棄物処理へのプラズマ応用が注目されています。残念なのは、学術的には、表面改質や新素材の分野で相当レベルの高い成果が出ているのに、事業化には余り成功していないことです。

—新たなコンセプトで—

司会：鈴木 一応皆さん一巡して、ここ10年の経緯と現時点での各領域の問題点などを伺ったわけですが、現在の景気低迷がかなり身にこたえているようです。ここで吉田主査に夢のある話をして頂きたいのですが。

吉田 今ちょっとお話を聞いていると、私の努力も足りなかったんですが、新たな概念の提案というか、そういうのがやっぱり抜けていたのではないかと、反省しています。話題になるような新たな概念というのは、次々に出てくるとは思いませんが、何か新たな研究開発組織を鉄鋼会社でつくる時に、こういう境界領域の人の新たな発想があると、非常に計画が進むとか、そういう役割が重要なのではないかと思います。今みたいに儲かるか否かの判断では、これはちょっとなかなかむずかしいとは思いますが。例えば、傾斜機能という概念などは、溶射分野では昔から graded material という傾斜材料みたいなものがあるわけですが、原子レベルで傾斜しようという発想は確かに概念が新しいわけです。現時点では出てきた結果は、溶射みたいなものしかそれほどうまくいっていないわけで、人にアピールする概念と事実はだいぶギャップがあるんですけれども。しかし、頭の隅にそういう概念があれば、何も原子レベルで傾斜しなくても新たな発展があるのではないかと思います。だから、こういう分野というのは新たな概念を打ち出すというのが、多分一つ重要な役割なのかなと、思います。

竹内 先ほどの電磁気冶金の活動の中で、非接触鋳造について話がありましたが、これは非鉄の分野から導入した概念で、我々はそれを鋼の連続鋳造で実現できないかどうか、ここ10年近く続けているわけです。物性の違いにより、直接的な技術の適用は極めて困難であることがわかっており、鋼の特徴に合わせて設計し直すのですが、非接触という概念には皆を引張っていく力がありますね。鋼の場合にはどんな機構が安定的なのか、また工業的により安価に、しかも設備的により楽にやるためにはどうすればいいのか、大学や企業が、いろいろ研究成果を報告し合って、現在は国家プロジェクトに結びつきつつあるわけです。まだ、むずかしい分野もあるのですが、最初の一次アイデアからすると格段に進歩したといえるでしょう。それも部会の大きな成果の一つである

と思います。

司会：鈴木 岡田さんの補足になるのですが、昨年末に開催した SAMPE の折、世界の著名なチタン関係の研究者を一同に会してシンポジウム「チタンをこれからどう発展させるか」を行いました。その結論の一つはいかに多くの賛同者、チタンファミリーを増やすかということでした。そのためには何か魅力的なコンセプトも必要です。

吉田 新しいコンセプト。鉄鋼会社の中では当然鉄が主流ですので、生産性から何からいってもですね。ですが、そういうところの何かの集まりの中で、必ず基礎研究をやっている人が一人入って分担するというのは、いい方向へ動くと思うんですね。鉄だけやっている人の仲間で、鉄だけのことをやるよりは、例えば10人のチームをつくったら、そのうちの1名がこういうところで新たな概念を仕入れチームに新風を吹かせてくれるというような目で、鉄鋼会社がこういう分野を見てくれているならば、それはそれなりの重要性は常にあるんでしょうけれども。今みたいに景気が悪くなると、こういうところはだんだんしぼむのが当然であるというのであれば、鉄鋼会社はもうそういう基礎研究的なことは、やる資格がないんですよ。景気が悪いとやめて、よければやるというのなら、それは研究じゃないわけですから。

—世界を視野にいれたマーケット開発を—

司会：鈴木 それでは、だいたい皆さんの認識が一致したところで、これからどうすればいいか技術展望という観点から楽しい話に展開しましょうか。(笑)

切り出しで、チタンの例を紹介します。チタン合金の開発はもともと飛行機用、それも米国を中心に軍需用途に進められてきた。アメリカは今までは飛行機中心の軍需に対する開発というのが、非常にうまくそのアセスメントもできているんですけれども、いわゆる自動車の部品を含めて民需品の開発の仕方というのは、大げさにいったらほとんど知らない。したがって、日本を見習おうという。それはヨーロッパも同じですが、日本の研究開発を注目し始めているというのが現状なんです。そういう意味で、私、去年シンポジウムで提案したのは、アメリカとヨーロッパを抱き込んだ形で日本が開発のリーダーになって、これを欧州の飛行機にも応用する、アメリカにも応用するというような形の、世界的な視野で開発を進めるならば、多分日本のメーカーの研究者は意気揚々とできるのじゃないか。その仕掛けをやったり今つくっておいた方が、あるいは仕掛かりになるような研究をいくつか精力的に進めるというのが、これからの重要な戦略ではないでしょうか。そう実際に思っているんですが。チタンは多分この方法で進めれば、かなりの芽が出てくると思うんです。

香川 多分、複合材料は鈴木さんがおっしゃったことと似た環境にあるということなのだと思うんです。一つは使う量に比較してつくるところが、非常にたくさんあるんですね。だから、作る設備がたくさんありすぎて、マーケットがなく

てという状態です。逆に言うと製造から応用までを世界規模で考えないといけなくなっている。今までは、何となく技術的に国境があるような感じで、国内のニーズを中心にとすることでやっているんですけども、世界的な視野の開発という点では多分チタンと複合材料は似たところがあるんじゃないかと思うんです。複合材料でも国境がないような感じで、研究や開発を進める必要が近いうちに出てくるんじゃないかと思うんです。

チタンに比べてもうちょっと遅れているところは、例えば、チタンでこういうとき駄目だったとか言う事例がないことだと思います。特に、複合材料は特殊なところに使うものですから、事故例が公の場に出にくい材料なんです。そうすると、使う方としても本当にどうしたらいいかということがわからないし、プロセスで材料の何の特性を改良したらいいのかという目標がつかめないんです。ある目標に到達してしまうと、その後どこをどういう方向で発展させようかということが、複合材料全体として見えなくなるというのが一つ大きな弱点だと思います。例えば、先ほど鈴木さんがおっしゃったのは、わりあいと幸せなケースじゃないかと思うんです。要するに、ここをこうすればいいということが出てきたわけですから。ですから、そのへんが出てこないと多分、駄目ということだと思います。

それと最後につけ加えますと、どうも最近感じるの、材料を使う側の人やハンドブックにでている材料は使うんです。僕は、複合材料にみんな認識番号をつけちゃえばいい、と思っているんです。認識番号をハンドブックに並べて、その材料は世の中に認知された材料にするというような少し荒っぽいことをした方がいいような気もするんです。

竹内 香川先生のおっしゃるのも良くわかります。鉄でも同じなのですが、新しい材料では実際にユーザーが何を必要としているのか、どこに使ってもらえるのか、コストはリーズナブルかどうか、全く新しいものとなると基準が見えない場合も多々あるわけです。製造側のプロセスや材料の研究開発と利用者側の利用技術開発の一見非効率にも見える相互努力がないと新しいものは生まれぬのも事実です。一昔前の技術導入の段階ではやるべきことがはっきり見えていたのが、今度は我々自身が新しいものを生み出していかねばならない。

香川 複合材料を例にとると、生まれてから育って行って大人になるまで、ステップがあるわけですね。そうするとその時々に応じて、その材料がいちばん大切な研究テーマというのが異なると思うんです。例えば、SiC 粒子強化アルミニウムの場合ですと、もう工業的に世界中が間に合うレベルのものを十分な量作っているわけです。じゃあ何が困っているかという、どこに、どのように使えるかは誰が調べてくれるんだということになってしまわなければいい。

司会: 鈴木 今お話をしていたのは、複合材料、チタン、粉末とか、材料の方のご意見ですが、プロセス関連ではい

がですか。

武田 これからは、よく言われることですが、地球に優しいとか、リサイクルとか、そういうことがプロセス開発でも大切な観点だと思います。吉田先生も言われましたが、研究の概念を時代に合わせて作っていくということが大切で、時代の流れをいかに先取りしていくか、ということだと思います。

吉田 この領域には、プロセス分野と材料分野が入っていますので、一体として意味あるものにするには、今言われたような概念でもいいし、そういうとらえ方をしてみる必要があるかと思うんです。それが評価を受けるわけですから。それがあまり面白くなければ、面白くないよとか、日本鉄鋼協会であまり賛成者はいないよとか、そういう評価になるかもしれないし、いや、それはやってみようじゃないかという評価にもなるかもしれない。そういう評価の対象となるぐらいのことを、ポーンと打ち出すというのが、多分これからは必要になってくるんじゃないかなと、思うんですけどね。

司会: 鈴木 具体的に、これから10年ぐらいを展望するという意味で、魅力ある技術という観点から議論しましょうか。自動車材料としてはますます低コスト化が要求されるし、軍用がないとすれば、飛行機もあまりマーケットはなくなってしまう。そうしますと何か新しい、先ほど武田さんが話された環境に関連したもので、かなりの面白いものが出るのかどうか。あるいは、日本ですと海洋開発とか、ウォーターフロントとか。何か、いくつかそういう仮説でもいいから立てた場合に、新分野というのはこんな展開が可能だというのが出していきたいと思っています。

小倉 そうですね、今、安い材料ということを言われたんですけども、自動車を安くつくるのに、必ずしも材料が安くなければいけないかということ。トータルとして自動車が安くできればいいだろうという話で、例えばすごく簡単にこうヒュッと曲がって、小さなプレスでも加工できるとか、糊で簡単にしっかりとついてしまうとか、そういう材料というのはどうでしょうか。つまり、必ずしも材料の値段は安くなくても、安く加工できるということで、トータルが下がるというものもあるんじゃないかなと思います。

竹内 どの企業も同じだと思いますが、今までは新しいプロセスや、新しい装置というところに大きな期待感をもって元気にやってきたのですが、今はそういう段階じゃなくて、先ほどから時々お話に出てくるコストダウンとか、歩留りを上げるとか、安く造ったり、簡素化したりするのが大命題になっている。要するに研究をやる環境が大きく変わってきているのです。繰り返すことにはなりますが、こんな時こそこんな分科会の果たす役割は非常に重要だと思うのです。

—新分野は連携プレーが重要—

司会: 鈴木 私は民間からこの国研に来て、ある意味で両方の悩みを今勉強しつつあるんですけども、会社との連携

を大学の先生を含めて、国研の研究者はあまり気にしないんですね。そういう意味で、もう少し産官学の上手な連携の仕方があるような気がします。特にこういう時代になって。民間各社や日本鉄鋼協会は、かなりの人材を担保していますから。その人たちと国研がうまくやったら、境界領域というのは加速度的にいろいろなことをやれるんじゃないかと思えます。金属材料技術研究所もそういう意味で基盤、基礎をやっているんですけども、もうそこで終わって、要するにあまり実用化を考えなくていいというふうに思っているふしがある。ですけど、国の税金でやっていることなんですから、もっとうまい話が出てきても良いと思うんですが。

吉田 そうですね、大学よりはもっと考えてもらわないといけない。(笑)

司会：鈴木 ですから、この境界領域を推進するために金属材料技術研究所を中心基地にしても良いという気がするんですね。

吉田 そうですね。ここらの若くて、はりきっている研究者をもっと入れないといけないですね。

高谷 昔はそうではなかったと思いますが、日本の経済が傾いてきて、リストラクチャリングということで、採算の合わない部門を切り捨てるというやり方になっているわけです。もちろん、クライスラー社のネオンに代表されるように、リストラクチャリングとそれまでに蓄えてきた技術力によって、アメリカが競争力を取り戻してきたのは事実です。そして、一つの成功例であり、日本もそれに右へ習えということです。しかし、これまでの蓄積があってこそ、リストラクチャリングができるわけです。それと、今迄はナショナル・プロジェクトのような共同研究に対して、各社の思惑があって、半分逃げ腰で参加することもあったのですが、効率的な資金の運用と言う意味では、これからはやり方を変える必要がある。オープンなマーケットとオープンな研究があって、その中で鉄鋼会社やその他の会社も含めて、共同研究をするという姿勢がないと、たぶんこれからの10年間は乗り切れないように思います。

吉田 そうですね。それはどこで聞いてもそういう感じですね。非常に基礎的なものはもうジョイントで、能力のあるところと組みましようという企業が多いですね。大学としてもそういうことがうまくできるような仕組みを、今後10年ぐらいでつくろうとはしてはしまして、例えば何とかセンターとかいうのですね。10年後にできるかどうかは別ですけども。

司会：鈴木 日本鉄鋼協会というか、私が思うに、民間会社の方は、まだジャケットを厚く着ているような気がするんですね。いい機会だから、ぜひともやりましようという気分ではまだない。

香川 ここで扱っているのは、新素材と新プロセスということなんですけれども、やっぱり他にアピールしていくためには、何かその結果が目に見えて他の人がわかる。できれば

素人もわかりやすいような結果として、例えば新しい材料はこう使われて、こういうふうなことがありましたと。ただし、プロセスはこう使われて、こういうことがありますということがわかるというのが、いちばん最初の段階としてはやりやすいような気がするんですね。

小倉 ここにはいろいろな分野の方がおられるのですが、串刺しでズボッと、これとこれをくっつけたら何かできないかなという話がありません。ということは多分、それぞれの分野からの周りに対してのアピールがもっと必要なんでしょうね。それともう一つは、逆に新しい芽をここに集めるということで、懸賞論文みたいなものを若い人たちから募集してみたいかどうでしょうか。それはアイデア的なものでもいいし、本当にまじめなものでもいい。そういう企画をして、続ければ周りから注目を浴びるということもあるし、こういうところが存在するんだという、PRにもなると思うんですが。

—境界領域の将来は—

司会：鈴木 最後に、境界領域委員会の将来に対する提言がありましたらお願いします。

竹内 あたりまえのことでしょうが、物を造るときには“価格”と“機能”が問題になる。材料研究という分野は価格を無視してとにかく機能を追求しがちなんでしょうが、そういった材料はおそらく市民権を得るのは非常にむずかしい。仮に得たとしても、存在期間が必ずしも長くないのではないかな。だから、すごくリスクで当たればハッピー、当たらなければそこまでやってきた研究が振出しに戻ってしまう。使われる量も少ないし、景気など世の中の動きに大きく左右されてしまうわけですから、今からは研究のやり方、すなわち実用化しなくてもその成果の担保や体系化まで十分に考えて進めていく必要があると思います。今までの鉄の世界は非常に特殊であって、産業の基盤を支えつつ、バルキーに量が出て、多くの人を養うことができる材料だったんですね。それと同じ感覚でこれからの新商品を考えていくのはどんなものか。新材料となると全く通用しないのも当然かもしれません。そんな状況下で、この境界領域のグループが果たさなければならない重要な役割の一つに“動機付け”があると思います。企業の中にも様々な点から動機付けは行われているのですが、もっと別の視点から大胆な提案をしていく。多分にリスクであるかもしれないが、世界を変えるような夢のある概念や研究スタイルをオープンマインドで提案、採用していったら、我が国のプロセスや材料研究は何をやっているかねばならないか。そのくらいの次元で物事が議論できれば、新しく進む道が見えてきたり、昔からずっとかかわっているような課題に対しても、新たな可能性が見えてくるなど、そういうのを動機付けできるのがこの境界領域の役割ではないかというふうに思っています。

高谷 同じようなことですが、境界領域委員会というの

は、他の領域とは異なった形で運営されていますね。例えば、材料とプロセスとがごった煮で入っている分野で、一つにまとめられるものでないと思いますが、その中でのメリットといえば、自分の専門とは異なる人々との付き合いができることだと思います。先ほどから、吉田先生や鈴木さんが言われている新しいコンセプトの創出は、異分野との接触の中から生まれてくることが多いと思われまますから、これを育てる基盤にこの領域がなればと思います。

武田 萌芽・境界領域という概念でくくってしまうと、うまくないんじゃないかという感じがしているんですね。むしろ今の組織がもっと前向きに生きるように、「何々の基礎」というような分類の中で鉄プロセスの人と本当に討論できるような場にした方がいいような気がするんですよ。萌芽・境界領域という鉄の人はちょっと腰引いて、萌芽は萌芽領域の人たちだけで集まって、それでいて中での境界を超えた横断的な討論というのが、必ずしも活発じゃないですね。我々は、材料やプロセスの一つの基礎的な面を、新しい目でもって見ているんだというような立場から、基礎の研究という面を強く出した方が、今後の発展性があるような気がします。

河合 先ほど鈴木さんがちょっとおっしゃいましたけれども、いわゆる自動車の新素材に限っていいますと、自動車が

新素材をなかなか受け入れてくれる状態でなくなったと。それが何かものすごく鉄鋼会社全体、あるいは広く新素材に対して影響を大きくしているんじゃないか、と思うんですよ。さっきネオンの話が出ましたけれども、自動車ではバブルの時にはこういう新素材というのは、わりあい値段が高くて受け入れられたんでしょうけれども、おそらくそれはこれから期待薄だろうと。自動車も含めてですけれども、もっと違う分野で新素材が受け入れられるような、何かそういう筋書き、シナリオが欲しいな、というのが一つありますね。そのあたりを境界領域委員会でどう構築していくか、ということが課題ですね。それから制度的な面ですけれども、いちばんいいのはナショナルプロジェクトなどで経済的に十分にバックアップされて、この日本鉄鋼協会も活動しているという形になれば、非常に企業サイドも安心してやれるし、というようなところがあるんじゃないかというように思います。だから、そういうところへの働きかけもいるんじゃないかな、というような感じがするんですけども。

司会：鈴木 境界領域で活躍されている皆様の種々の角度からの反省やら今後の展望を語っていただきありがとうございました。