

座談会(Ⅱ)

表面技術に見る夢

出席者 新井 進(信州大学), 上田 幹人(北海道大学), 大貝 猛(長崎大学)
蒲生西谷美香(東洋大学), 邑瀬 邦明(京都大学)
司 会 八重 真治(兵庫県立大学), 松原 浩(長岡技術科学大学)



写真(右)手前から:大貝 猛, 上田幹人, 新井 進
(左)手前から:八重真治, 松原 浩, 邑瀬邦明, 蒲生西谷美香 (敬称略)
(2009.7.29 於 八重洲倶楽部)

八重 この座談会では、中堅の皆様にお集まりいただき、表面技術に見る夢を語っていただきたいと思います。松原先生と2人で司会をさせていただきます。

表面技術の楽しみ

松原 これまでの研究の変遷と表面技術との関わりをご紹介します。

邑瀬 学生のときは大阪大学の応用化学科で、希土類の分離を研究していました。希土類の塩化物と塩化アルミニウムを1,000℃ぐらいに加熱すると気相の錯体ができます。その錯体を、希土類塩元素ごとに異なる温度で分解して希土類を相互に分離するというものです。その研究を6年間研究していて、学位をいただくかいただかないかのころに、京都大学材料工学専攻から助手の公募の案内がありましたので応募しました。採用していただくことなど夢にも思っていないで、石垣島へ卒業旅行に行っていたところ、面接に来てほしいと

の電話がその専攻の栗倉先生から研究室にありました。はっきり言って栗倉先生が何の研究をやっておられるのかも存じ上げませんでしたので、「面接に先立って研究室を見せてください」とお願いし、研究室を見学させていただきました。今から考えるとずいぶんと失礼な話です。

栗倉先生は電気めっきや湿式製錬の研究をなさっていましたが、そのお手伝いに加えてイオン液体を使った研究を始めました。塩化アルミニウムを使ったイオン液体というのがあります。学生のときに塩化アルミニウムを使った研究をしていましたので、塩化アルミニウム関係の文献はかなり集めていましたので、そういったイオン液体があることは既知に知っていましたから、それを使って電気めっきをするのは面白いのではないかと考えました。

松原 塩化アルミニウム関係の文献を集めていたら、イオン液体というか常温溶融塩があったということですか。

邑瀬 そうです。「助手なので、何の研究をしてもいいよ」

と栗倉先生が言って下さいましたので、手っとり早く何か面白いものはないかと探し、イオン液体のテーマが出てきたのです。そうして表面処理の研究に入り、今に至るという感じでした。好んで表面処理を始めたわけではなく、気がついたら表面処理をやっていたという感じですね。学生ときは1,000℃ぐらいの温度の研究をしていましたので、実験は結構大がかりなのです。水溶液でめっきする実験になって、こんな簡単な実験でデータがどんどん出るのだ、というので感動した覚えがあります。

松原 それが湿式プロセスのすごいところですね。

邑瀬 そうです。最近、中低温のイオン溶液などを使った研究に走ったりもしていますが、高い温度の良さもありますし、低い温度の良さもありますね。

上田 私も高温溶融塩から研究を始めた一人です。私が入った研究室は、教授(石川達雄先生)が穏和なお人柄だったものですから、人気がある研究室でした。研究室に入る事が先行して、何をやっているのかというのは二の次でしたが、電気化学の分野というのは理解していました。

研究室に入ってから私のテーマは、もうリサイクルできないような最終スクラップアルミニウムから、電解精製で高純度のアルミニウムが作れないか、というものでした。私と同じように溶融塩をやっている先輩とか後輩が研究室に何人もいて、その人たちはアルミニウムとマンガンの合金めっきを150℃ぐらいで実験していました。アルミとマンガンのきれいな光沢のめっきができるのを横目で見ている、これはいいな、いつかはこのような表面処理の研究をやってみたいなと思ったことを覚えています。

八重 マンガンはどのぐらい入っているのですか。

上田 マンガンは10%前後入ります。

大貝 塩化アルミニウムと塩化カリウム、塩化ナトリウムの三元系にすると共晶を作って、融点がグーッと下がりますが。

上田 100℃以下になりますね。

大貝 塩化アルミが揮発することはないですか。

上田 150℃位だと、それほど蒸気圧は高くないのですが、200℃に近くなるとかなり蒸発してしまいます。実験室の金属製品は錆だらけになって、周囲からは冷たい目で見られます。当初、私は、修士課程で就職する予定でしたが、修士課程の後半で博士に進学してみようかという気になりました。スクラップリサイクルの研究をしていたのですが、もしかしたら、この研究を完成できるのは自分だけではないか、という自信過剰なことを思っていました。どういう結果になるかわからないけど、あと3年、人生を預けても良いぐらい



上 田 幹 人 氏

の気持でした。ところが、3年間行ったら、最後に「残らないか」というお誘いをいただき、この世界に入ったという感じでした。

松原 先生との出会いですね。それが人生の大きな分かれ目になったということですね。

上田 教授の先生からは、「あなたが助手になった1年間は一緒に研究できますが、そのあと退職ですから、それからは自分で切り開いていきなさい。」というようなことを言われました。先を考えると不安でした。

八重 先生が退官された後は、どうなさったのですか。

上田 それまでは高温溶融塩しか研究していなかったものですから、低温系や常温系の溶融塩を使って合金系の電析研究にも手を広げ、表面処理の分野にも進出してきたと言う具合です。

新井 私は大学のとき、表面処理には全く関係のない単分子の有機合成をやっていました。もともと生物化学が非常に好きで、無機系などはあまり興味がなかったのです。卒業後は県の技術職員になりました。

県の職員になったときに、化学系で採用されたのに、なぜか電子部に配属され、プラズマCVDやスパッタリングなどのドライプロセスを用いた太陽電池の開発をしていました。基礎も何もないのに、とにかく手を動かして覚えていったという記憶があります。

邑瀬 シリコン系の開発ですか。

新井 そうです。プラズマCVDでアモルファスシリコン膜を作製しSiCなどの絶縁膜を付けて太陽電池を作製し、とりあえず出力を測定するということまではいきました。それが初めての表面技術への関わりになると思います。

松原 それはある程度実用を見据えたということになるのですか。

新井 先輩が実用化を目指し途中までやっていた研究で、それを引き継いだものです。

松原 こういう能動素子は発電すると、うれしかったのではないですか。

新井 本当に万々歳です。結構理想値に近い出力が出て、非常にうれしかったという記憶があります。私は薄膜のドライプロセスを専門として研究をしていくと思っていましたが、急な部署替えがありまして、それが出来なくなりショックを受けた記憶があります。

八重 公設研究所では、テーマがいきなり変わることが結構あるのですか。

新井 ありますね。だから「ほかの部署に行きなさい」と言われれば、いくらやっても駄目です。

その時に思ったのが、自分ではすごくやっていたつもりだったのですが、とにかく何かあったときに何かしら見える実績を残さないと、やはり社会は厳しいと。新しい部署である電子部に移ってから1、2年後に大阪大学の共同研究員制度を利用して1カ月間研究するチャンスがあり、大阪大学溶接研のはんだ付けの大家の先生のところにお世話になりました。研修テーマについては自分なりによくよく考えて“水素含有めっきのはんだぬれ性”について研究・研修を行いました。めっき膜の中に水素を入れておくと、はんだ付けの際の熱で水素がめっき膜の中から出てきて、水素の還元力で表面の酸化膜を除去してぬれがよくなるのではないかと考えたのです。

ところが、先生にその研究テーマについて話したら、こてんぱんに言われました。でも、実際にやってみるとぬれるのです。「それは、水素の還元力じゃないはず」と言われましたが、譲れないところがありました。水素の含有量を調べるとか、思いつくものを全部やり、最後の最後に先生に、「うーん、そうかもしれない」と言っていたいたのですが、それがものすごくうれしかったですね。説得できるデータを積み上げるというのが面白い仕事であると感じました。その辺から研究者として目覚めたのかもしれません。

八重 大先生は皆さん、最後は「そうかもしれないね」とおっしゃるみたいですね。私もそんな経験があります。(笑)

新井 どんな仮説でも合っていたりするとうれしい。それが研究の面白さかなと思いますし。それが私の場合はめっきということですね。

邑瀬 表面技術協会には、どういうタイミングでお入りに

なったのですか。

新井 大阪大学の先生の勧めで、研修テーマについて金属学会に発表しました。その後、その研修テーマから派生した研究内容について表面技術協会で発表しました。内容はめっき膜の配向性と水素発生の関係についてです。発表した後に、東京都立大学(当時)の渡辺 徹先生から声をかけていただき、渡辺先生が主催しているめっきの研究会への参加を勧められ入会しました。その後は、ほとんど表面技術協会で発表をさせていただいています。

松原 大先生とのふれ合いがきっかけとして すごく大きいですね。

新井 地方公務員の研究者に声をかけていただいたというのは、結構感動しました。

松原 小学校のときに、オリンピック選手と泳いだから、そこからまた選手が出るみたいな感じですね。(笑)

新井 その後、渡辺先生のところで3カ月研修をさせていただき、そこで鉛フリーはんだめっきの基礎となる液を完成させました。また、以前の職場である精密工業試験場には大久保場長をはじめ、表面技術に携わっている先輩が何人かいました。そのような状況の中、自然と表面技術協会に入会しました。

松原 なるほど。面白い話をありがとうございます。

八重 蒲生先生も最初は企業におられたのですよね。

蒲生西谷 11年おりました。企業では、テーマも研究期間も全くこちらの意向を聞かないで、どんどん代わります。最初は、イオンビームスパッタリングを使って炭素の硬質膜を作るという仕事をしていました。その次は、コバルトクロム系の垂直磁気記録用の磁性体です。スパッタリングを使って合金系の薄膜を作って物性を評価するとか、構造を調べるといこともやりました。その後は、PETフィルムの表面に金属の酸化物、セラミックスの膜を付けることもしました。これは、ガスバリア性を高めて、食品包装材に使おうというものです。結局、コストの安い蒸着法で高速で処理することになったのですが、その熱のかかり方でフィルムの変形とか破れ、薄膜のほうではピンホールが発生し、物性がアウトになります。そういう生産技術的なところの基礎データを取る仕事や、他部署からの依頼でPETフィルム以外の基材に薄膜を作製する仕事などにも携わっていました。

松原 共通のキーワードはあるにしても、かなり幅広いテーマをあれこれやられたようですね。

蒲生西谷 それは企業だと通常ですよ。

松原 どういうところから、面白さと言うのはやってくるも



蒲生西谷 美香 氏

のですか。

蒲生西谷 どうしてだろうと思うことが結構多いのです。私は、これが出来ていくらになるというのではなくて、なぜこうなるのかというほうに頭が行ってしまうのです。それで結局、会社では務まらなかったと思うのです。だから扱うものが変わっても、それぞれに面白さがあって、新しいことをやるためにいろいろ勉強してという機会も、もちろんあります。

松原 逆に、その本質とは何だろう、ということにこだわることを鮮明にしてくれたみたいな感じですね。

蒲生西谷 製品化するということに興味がないと、企業でやるのは難しいかなと思いました。実際に製品になるというような段階になると、私はそちらに行くのではなくて、上司から「じゃあ、次は何かね。何か面白いことを探してみたら」みたいにいわれる。言い方を換えれば、ルートに乗らないということだとは思うのですけれども。

松原 宝探しみたいなものですかね。

蒲生西谷 そうです、そうです。大学のときにも炭素系の材料をちょっとかじっていました。炭素はエコな材料だし、いろいろな構造のものができるので、面白いなと思っていました。一般公開の日に、無機材研に行って一般のお客さんに混じって見学に行ったのが、炭素系材料へ入ったきっかけです。

まともに基礎研究をやったのは、無機材研での研究が初めてだと思います。会社の研究とは全然違って。自分がやりたかったのは、こういうことかと思いました。本当に水を得た魚みたいな感じです。それで、もうこれはやるしかないという感じで会社も辞めてしまいました。そのときは、その先の当ても全然ないのですが、どうしてもやりたくて、研究の世界に入りました。わりと遅いスタートですね。

八重 その中で表面技術協会とは当初から。

蒲生西谷 会社に入った年から、もう入会していましたね。私がいた印刷会社はドライプロセスに限らず、めっきをやっている人もいましたし、印刷も結局、広く言えば表面の処理で、表面や界面にかかわる仕事に技術が集約されるみたいなのところがあるのです。そういうこともあって、わりと初めから馴染みのある学会です。

八重 幅広いドライプロセスを取り扱われている中で、キーワードに表面技術が常にあるということですか。

蒲生西谷 はい、そうですね。

邑瀬 先生は、会社で自分が研究なさっていたものが、実用化されて世に出るというのに、あまり興味がなかったということになるのですか。

蒲生西谷 当時はそうですね。

邑瀬 僕の場合だと、自分の研究が実用化された試しがないのです。たぶん今後、数十年ないだろうと思いますが、研究していたものが使われるようになるというのは、ある意味すごいと思うのですけど。

蒲生西谷 ええ、私もそう思います。会社にはいたときは、不思議とあまり興味を感じなかったですね。ただ、最近、自分たちで開発した合成方法なのですが、アルコールなど有機液体中で、ナノ材料を接触反応で合成するという方法が、非常に単純で、高速で、純度の高い材料合成ができることを見ていますと、それを面白いなと思ってくれる企業が将来、何か製品や部品の材料に使うことになってくれたら、すごく面白いな今は思っています。私たちがができるのは、やはり実用化の部分ではなくて、本当にこの方法で材料を合成したと言えるかということまで、基礎的なデータを積み重ねていくということなのだと思います。再認識しています。

邑瀬 方法論を考えて、いろいろ模索して当たりを付けると言うのですか、そういうところまで大学でできたらいいな。そういうほうに興味があるということですね。

蒲生西谷 それはありますね。企業の方は特許も実施できるし、製造もできますが、我々は絶対にそういうことはできない。ある意味、本当に地味で、誰もやらないようなことを学校できちんとやる。だから、もう完全な役割分担です。

松原 基になる自然現象を発見するという喜びは、きっとここにいらっしゃる皆さんは共通にお持ちになっているのではないのでしょうか。自然現象を発見して、それが基になってきたもの、製品になったものというのは、一種の冥利に尽きるのではないかなと思うのです。大貝先生はいかがでしょう。

大貝 表面技術分野に入ったきっかけは、大学4年時の卒業研究が、表面および薄膜工学講座(林安德先生)という研究室に配属されたことです。自分が主に担当していたテーマはスパッタ膜、つまり、ドライプロセス法で薄膜を作製し表面を解析することでしたが、その研究室ではこのほかにめっき、腐食防食、水素吸蔵合金、水素透過膜、応力腐食など、いろいろな分野の研究が行われていました。自分の研究内容を理解する以上に、ほかの人たちがやっている研究を聞いたり見たりするのが、非常に刺激になってよかったなと思います。

自分は、大学院を修了したら地元企業に行きたいと考えていたのですが、ちょうど大学院修士の2年の春、林研の隣にある福島久哲先生の研究室で、助手を募集されていました。ある日、研究室で先輩の修士論文を読んでいたときに、福島先生に初めて声を掛けられて、教授室に呼び出されました。福島教授室で、先生から、水溶液からの合金電析に関する研究について説明を頂き、自分もスパッタ膜の磁気特性に関する修士論文の内容を説明いたしました。福島先生は非常に気さくな方で、その当時まだ46歳とお若く、すぐに打ち解けて色々な話ができました。大学院修士修了後、運良く、助手として採用していただきました。

まず、与えられたテーマが、「電気めっき」と「電解製錬」でした。スパッタ膜の作製しかやっていませんので、ほとんど知識もなく、電気めっきの基礎となる分極曲線の意味が全くわからなくて、電気化学の教科書をまた一から読み直しました。

最初に、表面技術協会の全国大会で発表しました。当時、NKK 福山との共同研究で環境適応型の三価クロムを使って、亜鉛中にクロムを共析させることができないか研究していましたが、これを唯一できるのが水溶性高分子添加剤で、この添加剤を使わないと入らないということがだんだん分かってきました。そのときに東京工業大学にいらっしゃった大野 淑先生から、「非常に面白い研究をやっていますね」と言われました。従来の亜鉛合金めっきですと、純亜鉛めっきとか亜鉛-鉄とか亜鉛-ニッケルなど、合金めっきは比較的小さいプロセスだったのです。ただでさえめっきしにくい三価クロムを使ってそれを亜鉛中に入れるということが評価されて、これを本格的にやってみようと思いました。

なぜ、添加剤を入れるとクロムが金属状態で亜鉛と合金化するのかを、突き詰めて考えた結果、電極電位とイオンの移動速度をコントロールすることが重要であろうと思いつきました。添加剤がなくても瞬間的にパルスで卑な電位方向へ持っていけば合金めっきできるだろうと考え、これをすぐに



大貝 猛 氏

やってみたのです。この実験が見事に成功し、初めてめっきをやっていてよかったなと感激しました。この成果を東京で学会発表したところ、東京大学の増子 昇先生から研究のアイデアを褒めていただき、より一層自信を深めました。

松原 めっきとの出会いは添加剤との出会いでもあるのですね。

大貝 水溶性高分子添加剤というのは、切っても切り離せないという関係です。

松原 大先生から声をかけられたというのは、先ほどの新井先生のモチベーションを高めるきっかけとよく似ていますね。

大貝 それがきっかけです。表面技術協会はめっきだけでなく、ドライプロセス、陽極酸化、腐食防食など、いろいろな分野の表面に関することをやっている、興味深い学会なので、助手になったすぐその年に正会員として入会しました。

松原 不純物についてはいかがでしょうか。

大貝 めっき中に含まれるごく微量の添加剤は、意図的に入れるものです。それとは別に、めっき薬品とか、めっき浴を作る過程において自然に入り込んでくる不純物。これもごく微量で影響してくるのです。学位論文が亜鉛の湿式製錬でしたが、このとき単純に亜鉛だけが出てくれればいいのですが、それ以外に鉱石中に含まれる多種多様な不純物元素も、同時に溶出してきます。ある不純物の元素ですと、PPM オーダー入っただけで、全く亜鉛が電解採取出来ないという極めて悪い元素があります。

松原 「負の添加剤」ですね。

大貝 アンチモンとかゲルマニウムとか、レアメタルに近い元素は、本当にごく微量で。電極表面で悪影響を及ぼします。めっきにおけるごく微量の不純物や、微量の添加剤が良い方

向に影響したり悪い方向に影響したりします。

松原 添加剤というのは、添加剤として入れている場合には意識して入れています、不純物として入っている場合には、意識していないと思うのです。私も、この水を使うと駄目とか、この時期はよくないとか、感じたことがあります。

邑瀬 試薬でもあります。同じ試薬でも会社やロットの違いで出来が変わったりすることもある。ですから、試薬は全部使い切らずに、後から検証できるように少し残しておいたほうがいいかなと思うこともあります。

松原 めっきグレードの硫酸銅というものもありますね。

大貝 目につかないところですが、細かいところが案外効いてくるのです。現場の方々は相当注意深くやられているようです。そこが企業の生命線になりますので。

松原 研究のネタもいっぱい転がっているということにもなりますね。

大貝 研究のネタもたくさんありますし、まさしくブラックボックスというか、未知の世界ですね。

八重 表面を扱っていても、表面技術協会そのものを知らないまま過ごしてきて、こんな面白いところがあったのかと、いうことで入会する方もおられると思います。そういう意味では協会の特徴をうまく表していると感じました。

松原 古い言葉ですけれども、ニッチなことになりますよね。

八重 ニッチな中で、どうやって独自性を出すかですね。

松原 上田先生あたり、そこら辺で素晴らしいキーワードがあれば。

上田 アルミニウムとかチタンとか、表面にできる不働態皮膜というのはよくできています。ステンレスもそうですけれども、数ナノの厚さで緻密な酸化皮膜ができて、内部と外部とを遮断できるというものです。そのような理由でアルミやアルミ合金がめっきできると、表面に緻密な酸化物が形成されるはずなので、それを利用して、耐食性の向上を狙っているところ。厚く付けてしまいますと、応力がかかってめっきの割れが生じたり、精密なめっきができなくなるので、できるだけ薄く付けておくというのを目指しています。

松原 その場合は、その一皮の酸化皮膜が必要ということですから、新井先生の研究分野であるはんだ付けなどでは、邪魔になってくるという話もあるわけですね。

新井 その通りです。はんだ付けをする場合、はんだめっき膜の表面の酸化膜がはんだぬれ不良の原因の一つとなります。

話は変わりますが、最近、カーボンナノチューブの表面にめっきをしています。ナノ粒子の表面に、無電解法で薄い

コーティングをするということを研究しています。めっきというのは、ナノテクそのもので、ナノ材料を取り扱うのに非常にマッチしたテクノロジーと思います。いろいろな場面で、新しいナノ素材が何かの創製に使えるのではないかという可能性を感じています。これが出来ると薄膜、要するにドライプロセスに対抗する方法として、非常に面白いのかなという感覚はあります。

松原 薄膜、特にナノ薄膜を作るうえではめっきはドライに比べて、もしかしたら弱いのではないかという気がして私も興味があってやっているところです。

新井 粉体の表面を処理するときには、ウェットプロセスの場合は粉体を分散させておいて、表面から均一に処理できます。表面処理技術を用いて、いろいろなナノ素材ができることを期待しています。

八重 現在は分析手法がどんどん発達し、それによって切り拓かれている分野ともいえるでしょう。

新井 分析機器を持っているかどうかというのも、表面を理解するのに非常に大事になってきているとは思いますが。

松原 蒲生先生、TEM というのはとても面白いですね。

蒲生西谷 非常に面白いのと同時に、強力な武器だと思います。材料開発にしても、表面界面の制御にしても、使い手側のノウハウがすごくあります。

松原 私は、大学全体の分析機器を管理させていただいているという立場にありますが、TEM というのはかなり特殊性の高い分析装置の中の1つかなと思います。凝りたくってしまうという面はありますよね。

蒲生西谷 本当に古い、壊れそうな装置を騙し騙し使っていましたが、この春、学科で新しいものを入れることができました。学生さんもすごく喜んで使っています。

松原 学生さんに使ってもらうのは、結構大変ではないですか。

蒲生西谷 トレーニングは相当しっかりしなければいけません。まともに見られるようになるまでに、1年ぐらいかかります。

松原 それは学生さんにとっても得がたい機会でしょうね。

蒲生西谷 最近は学生さんが1年経ち、2年経ち、3年経ち、なかなか目には見えないですが、変化して卒業していくのを見るのが楽しみです。自分で何かをするということは難しいので、学生さんと一緒に何かをやる。

松原 我々の役割として、研究と教育とがあります。とかく研究のほうにばかり関心が行きがちですが、教育というのも非常に重要ですね。しかも、やりがいがあるというのは私

も非常に感じます。

蒲生西谷 私のいる大学は自然と教育のほうに重点を置くことになる大学ですので、そちらの比重が非常に大きくなってきます。

松原 私の大学でも、そういうような討議がよくされます。研究室で実験を学生にやらせるということが、学生の最良の技術者教育であるという考えは、かなり正しいと思うのです。それが教育機関と研究機関を兼ねる1つの望ましいスタイルとして、大学というものが昔から今まである理由のひとつではないかと思いますが。

蒲生西谷 確かにそうですね。新しいこと分からないこと、未知のことに取り組むことは、いい経験になるし、社会に出てからも、役立つ経験になると思う。そういう意味で、研究というのが、大学の活動の中で非常に重要だと思います。

三つ子の魂いまむかし

松原 三つ子の魂と言いますか、我々研究者は教育者でもあります。人材を育成するときに、その人の幼年時代を感じながら育てるということも、結構あると思います。そのときに皆さんが物差しにされるのは、まずご自身の幼年時代を土台として、それプラス、自分と違ったタイプの学生が入って来たりして勉強させてもらうということを、日々繰り返していると思います。自分はこうだったというあたりをご披露いただければと思います。

新井 小さいころは、よく山や川に行き、カブトムシを捕ったり、鉱石を拾ってきたりして、それを後で図鑑で調べていました。当時は、あまり物質的に豊かではなく、そのようなことしかできなかったのです。

自分たちが教えている学生は、物質的には豊かなのです。他に遊びたい興味のあるものがありすぎるのです。その中で、研究はもっと面白いと気付いてもらうのが仕事かなと感じています。要するに、自分たちしか分からないことを見つけるほうが、面白いということを学生に納得してもらう。そうすると、学生は自然に動いてくれます。

そのため、卒研生で入って来た学生とは、研究テーマを徹底的に話し合います。

松原 1対1で面接するのですか。

新井 必ず1対1でやります。やりたいテーマを持って来た学生には、そのテーマをやってもらいます。自分が選んだまたは納得したテーマだから勝手にやり出すのです。その辺がポイントを置いているところです。

松原 研究室配属のときには、希望して入って来る学生を採



新井進氏

るということですか。

新井 基本的には学生が研究室を選びます。我々のほうから勧誘はしません。ただ、卒研配属説明会で、うちはこのことを研究しているから、興味のある学生は是非来てくださいと、それぞれの研究室が研究内容を紹介します。どれだけの学生が興味を持って研究室に入ってくるかは分かりませんが。

八重 成功や発見を、小さくてもいいから体験する。それは、我々が小さいころに何かを見つけたのと同じ体験です。大学に入って研究室に入ったからこそできる発見のようなものがあって、学生さんの中で歯車が前の方向へ回るようになって感じています。

松原 学生の興味喚起という難しい問題ですね。我々が課されている大事な問題だと思います。王道というものはないのでしょうか。自分が面白そうにしているということが結構大事ではないかと思いますが、いかがでしょうか。

呂瀬 そうだと思います。面白そうに喋る。面白くないと思っても「わっ、すごい」と言ってみるとか、そういうのは結構必要だと思います。結構、学生は放ったらかしです。京都大学に入ってくるような学生は、いろいろポテンシャルを持っていて、その力をちょっとだけ、サイエンスのほうに振り向けてくれないかなと、じっと待っているというのがあります。

経験から言うと、向いてくれるまでのお手伝いをするのが、大学の教育の役目で、その向いてきた学生に対しては一所懸命、どんどん教えてやり、そういう学生さんを社会に送り出す。これが大学の役目ではないかと思います。

松原 お二人の共通項としては、ネタを提供するということ



邑 瀬 邦 明 氏

と、あとは待つということですね。

邑瀬 学生さんと研究していると、本当にいろいろなことがあります。学生が途端にめっきできなくなったと言うのです。よくよく聞くと、前と試薬の色が変わったと言うのです。試薬会社に電話すると、前とロットが違っていたとか。

松原 「添加剤」ですね。(笑)

邑瀬 無電解めっきでは、すず-パラジウムで触媒化しますね。最初、学生にそうやって教えたのです。ところが、しばらくすると学生が「できなくなった」と言うのです。その学生は、触媒化したら家に帰って、その次に来たときめっき浴に放り込んでいたのです。でも、そういうのもこっちにとって新しい発見で、学生にとっても新しい発見です。サイエントフィックな物の考え方を学生に教えるという面でも、トラブルというのは結構役に立つ面はあると思います。

ほかに、カドミウム-テルルの半導体薄膜の研究をしていたのですが、光を当てると電析が速くなるという現象があったのです。それを見つけたのも実は学生なのです。なかなかエンジンのかからない学生で、昼からしか研究室に出て来ない学生だったのです。ところが、あるときに朝から出て来て実験したのです。そうすると、いつもと電流密度が違ったのです。いつもと同じようにやっているんだけど、電流密度が違ってました。朝日がさしこむ窓側に立って自分が影に電解セルが入るようにすると電流密度が下がっていた。これは光に対して応答しているのだらうと相談に来たのです。

松原 それは素晴らしいですね。

邑瀬 その発見があったので、光を当てると速い電析ができるということが分かって、厚い薄膜ができるようになった。その後に研究の進展がありました。あながち昼からしか出て

来ない学生も責められない。(笑)

松原 無電解めっきの発見だって、電気めっきの電流密度が100%を超えたのを見逃さなかったからですから…。

邑瀬 いずれにしても、しょっちゅう見ないといけないなと思いますね。放ったらかしは大事なのですが、あまり放りすぎると、何をするか分からないなというの也有ります。

松原 学生の意識の違いというか、それが安全面になるとちょっとシリアスな場合もあって、僕なんかも非常に気を使っているところです。

八重 学生さんの縦のつながり、横のつながりというのは、だいぶ稀薄になっているようです。1人に言うとみんなに伝わるだろうと思っていると、そうはいかなくて、全員集めて言い渡さないと伝わらないということがあります。

邑瀬 そうです。最近は代わりに全員にメールしたりとか、そういうことが多くなりました。

蒲生西谷 そうですね。

八重 コミュニケーション方法とともに学生さんの気質も変化しているような気がします。

大学の中で、学部までの教育と研究室での研究体験とは違いがあると思います。大学の中で何かお感じになっていることがありましたら、お話しください。

大学教育における表面技術

邑瀬 学部教育に表面技術というのはないです。僕の場合は固体化学とか無機化学とか教えていて、めっきも教えているのですがそれは大学院の講義です。

新井 同じですね。学部で、めっきという授業ができにくくて、電気化学、表面分析までです。私の場合は、大学院の材料表面工学という講義で、めっきについて触れています。

八重 腐食防食のほうはいかがですか。

上田 学部の授業では、例えば腐食の種類を教える程度です。講義とは別に学生実験で鉄鋼材料にニッケルとか亜鉛とか、金属の電解めっきをして、腐食液の中に入れて、腐食しためっき試料の表面を観察するんです。表面観察だけではなく電位や重量変化の観点から腐食を考える、そんなことをやっています。学生さんにとっては腐食しためっき表面を顕微鏡で観察するのは結構面白いらしいです。レポートチェックすると、私が思っているよりは、ずっと学生の皆さんのほうが発想豊かにレポートの考察を書いてくれています。そのあとで講義で腐食の話をするより理解も深まります。

八重 体験してみると違う。

大貝 腐食防食やめっきを学部で教えるのが極めて難しい1

つの理由は、めっきや腐食防食がアプライドサイエンス(応用科学)だからです。その基礎になるのが数学、物理(特に熱力学)、分析化学、電気化学、金属組織学などであり、これらの基礎がしっかりと理解できていないと、めっきや腐食防食を「技術」としてでなく「科学」として理解することは難しいと思われます。だから、学部時代には基礎的な科目を重点的に勉強することが重要だと思います。

大学の工学部材料系のカリキュラムでは、数学、物理、化学などの基礎科目を重点的に、特に、講義プラス演習という形で基礎学力を強化すべきと考えます。その基礎が、将来、学生が会社や研究所に行ったときに、現場の応用の場面で必ず役に立つと考えています。

八重 すると、表面技術のかなりの部分は大学院のほうの。

大貝 そうだと思います。また、大学あるいは大学院の講義でも、基礎学力の強化とともに、演習、実験、実習、特に、工場実習や工場見学などの体験型学習も重要だと思います。今後、大学が重点的に取り組むべき次世代の技術者育成プログラムとしては、この体験型学習を重点化すべきと考えます。学外に出ていろいろ体験してみること。教科書だけの想像の世界で終わるのではなく、本物を自分の手で触わってみたり、直接目で見ること。この体験型学習を若い時にたくさん経験すべきだと思います。

松原 うちの大学では、4年から修士に上がる学生に全員、4～5カ月間のインターンシップを課しているのです。

大貝 それは素晴らしい。

松原 「実務訓練」と称しているのですが、実務訓練報告書が卒論の代わりになるのです。企業で4カ月。帰って来ると目の輝きが完全に違ってきます。何を学んできたのと聞くと、一番多い答えは、「自分の知識がどれだけ役に立たないか分かった」と。

大貝 初めて学会発表を体験する学生さんですが、発表自体はそれなりに練習すればそこそこできるのです。ただ、質問されたときに上手く答えられない。学生はそこで、自分の基礎学力がいかにか不十分であるかを痛感するのです。このように学会発表を繰り返していくと、どんどん実力が上がっていく。最近は知的所有権の問題で、学会発表する前に特許出願とか、難しい制約が掛かる場合がありますけれども、我々、大学教官としては学生の教育という面から、積極的に学会発表させたほうが良いだろうと感じます。

松原 恥をかくと覚えますね。

大貝 そうです。次のステップに繋がる恥は起爆剤になると思います。九州支部のほうでも、支部の活性化を狙って、大

学の学生さんにも発表できるチャンス、機会を提供する場をたくさん与えなければいけないと考えています。

松原 支部レベルですと参加しやすいというのもあります。参加することによって、学生さんは育ちますね。そういう効果は目に見えてあると思います。

蒲生西谷 学生さんのモチベーションを上げるのに、先ほどの学外の実習ということも非常にいいことだと思います。外の世界を見る機会があると、自分の位置がわかってということですね。

大貝 海外に2年、3年といると人生観が変わってしまいます。日本人が考えている日本特有の文化と、欧米人が考えている考え方、私生活から研究に対する取組みとか、違う世界を若い時期に知るというのは、非常にいい教育効果があると思います。

新井 外の世界を見るという目的で、学生さんには積極的に学会発表をしてもらっています。専門家ばかりですから、質問を受けても完全には答えられないのですが、次はもうちょっと打率を上げようと頑張ってくれる。表面技術協会の大会は企業の方も結構多いですから、想定しない質問がきます。

松原 業界用語が多いですね。

新井 そうです。表面技術協会の大会ではアカデミックだけでなく、実用性の面も非常に評価していただける質問もあるし、学生の教育になると思います。

呂瀬 学生にとったら、アウトプットが見えるというのがある。

新井 それは、すごく分かりやすいらしいです。

呂瀬 本当は2回生とか3回生で工場見学があったらいいのと思います。最近、企業も景気が悪いのでなかなか受けてくれなくて。

世の中のどこに役に立っているのかというのが分からないまま、一所懸命勉強してくれる学生もいますが、アウトプットが見えないとモチベーションが湧かない学生もいるのです。外を見せてやるというのは、かなり大事なのです。企業の方はそういう学生を受け入れていただいて、それがあ意味、先行投資みたいな感じになって、表面技術だけでなく、さまざまな学問領域の発展に役に立つのではないかと思います。さっきのインターンシップというのは、景気が悪くなくても企業もちゃんと受けてくださるのですか。

松原 断ってくる所もありますが、行けない人は1人もいない状態です。

呂瀬 大学側から、何か費用を払っているのですか。

松原 払ってないです。逆に向こうから、昼食代と泊まる所の提供を受けてやっています。幸いなことに多くの企業からは、来てもらってよかったと。

「アウトプットが見えないとモチベーションが湧かない」というお話ですが、僕は1年生の化学の授業のときに、教卓の上で小さい実験をやっています。電池を勉強するときに、教卓の上で電池を作って、それで電子オルゴールぐらい鳴らしてやる。その実験が終わって、「これからやる電池は、こういうふうになって実際に役に立つ」と。「これを皆さんが会社に入ったり研究を続けたりして、もっと改良すれば、皆さんの携帯電話の中に入っている電池の寿命が10倍保つようになるんですよ」と言うと、全然関心が変わってきます。

蒲生西谷 毎回準備されて、いくつかメニューがあるのですか。

松原 やりやすい授業でやります。1年生に教えている化学はほぼ毎時間、バスケットを持って教室に行くということをやっています。

蒲生西谷 それは素晴らしいですね。学問のレベルを落とさずに、敷居を下げるということでは実験科目、すごく役に立つと思うのです。

松原 その10分、15分が惜しくて、それがなければこれも教えられるというのはあるのですが、アウトプットはいいように感じます。

蒲生西谷 自分が勉強している物理、化学が、将来、どういうふう役に立つのかということをチラッとでも紹介されればと、学生さんは思うみたいです。だから3年までの本当に基礎的な教育と、4年になってからやることのギャップが、すごく大きくて、学生さん自身が戸惑うようです。そこをどういうふうにつなげるかということも、ひとつ大きな課題かなと思っています。うちでも取り入れられそうな感じです。非常にヒントになります。

八重 ドライブプロセスになりますと、手近に演習をするわけにいかないと思います。どのような工夫をなさっていますか。

蒲生西谷 大学はたまたま、真空を使った分析装置が割と入っているものですから、分析の授業で実際にオペレートして見せるとか、そのときに真空の話を一緒にやって、少し身近に感じてもらうように工夫はしています。

邑瀬 写真で見せるというのは、結構効果があると思います。ただ、写真の素材のいいやつが手に入りません。表面技術協会で、表面技術教育素材写真集みたいなものを出してくれると、教育に使えるのではないかなと時々思うのです。きれいなめっきの写真とか、めっき装置の写真とか、そういうのは

あまりないのです。

八重 私たちのところでは、時折、卒業生に授業をしてもらっています。現場におられるからいろんな写真を撮ってきてくださって、学生からはもっと卒業生を呼んでほしいといわれます。適当な素材を集めるようなことができれば教育的に面白いでしょうね。

邑瀬 卒業生に来て話をしていただくというのは、うちの材料工学専攻でも2、3年前からやっています。

上田 会社の人という目線もありますし、先輩からの目線というのも加味されてということで、私の学科でも昨年度、鉄鋼、重工業、アルミニウム、自動車などのカテゴリーで5、6回に分けて、会社の宣伝も兼ねながら、その分野の興味ある話を紹介して下さいということをOBを中心に頼んでフォーラムを開催しました。学生さんたちの反応は、非常に好評でした。

八重 それは複数の会社の方々を集めてということですか。

上田 はい、そうです。昨年度からの試みです。

八重 学生さんたちに具体的なイメージを与えて、その中で何か夢をつかんでもらえるような話ができれば素晴らしいですね。

松原 会社のほうでも、そういうような啓蒙活動を、やっておられると聞いたことがあります。むしろ会社のほうから発案していただいて、そういうことができますよというものがあれば、我々としては、これをやってほしいというのがたくさんある気がします。

上田 平日はなかなか時間が取れないということで、土曜日にしたのですが、多くの学生さんが集まって盛況でした。

松原 本日までご出席いただいた皆さんとは学会でつながったメンバーですので、普段、研究者としての面しか見えなかったのですが、今日は教育者として皆さんが非常に熱心にやっておられるということを実感いたしました。

表面技術に見る夢

八重 私たちは、実際に研究を進めると同時に、ともに研究しながら育つ学生さんを教育しているという二つの面を持っています。その中で学生さんが小さな夢をだんだん大きく膨らませていって社会で活躍する。その活躍している姿を見ることが、喜びでもあります。これからの10年、20年に向けての夢をお話ください。

松原 夢というのは、無知と裏表にあると思うのです。いろいろなことを知っていくに従って現実的になってきて、そういったところに自分の体力、気力もピークの時期をそろそろ



松原 浩氏

迎えているから、そういうのでだんだん現実的になってくるかもしれない。ただ、知識があつて経験もあつた上で描く夢は、ただ漠然と描く夢よりは、かなり実現性が高いとも言えるわけです。それを「夢」とは言えないのかもしれませんが、それでも。

邑瀬 大学の研究ですから、来年、どの方向に進むかも分からないのです。そういう状況で何か夢というと…… さっきからの教育の話で言うと、学生さんが世の中に出て、「あのとき一所懸命やったの、よかったな」と言ってくれるのが、ひとつの夢ではありますね。

松原 夢イコールまた「冥利」という言葉にもなりますね。

邑瀬 卒業生が、相談に来てくれるというのが結構あります。「まだ頼りにしてくれているんだ」みたいなことがあります。

蒲生西谷 技術者が、人に見えるような形で結果を残せるかどうかというのは、約束されていないですよ。運がよければ、辞めるときぐらいに何か残せるかもしれない。もしかしたら、そういうところで活躍できるような、幸運も重なってブレイクスルーするような、そういう体験ができる学生が出てくるかもしれない。私は、そういうところに携わっているのかな、と思えることが、10年後、20年後に対して自分がある一定のモチベーションを保っていける、夢と言えるのですかね。

同時に私たちは、技術者として、研究者としてやっていく人材を輩出しなければならない立場にあるわけですが、そういう人たちが、世の中でどういう扱いを受けていくのか、心配なこともあります。日本は今、実際に物を作るのが海外に出てしまっている。でも、いつになっても何か付加価値を付けるとか、そういう技術を根底に持っていないと国が成り

立っていかないと思います。日本の今までの文化的、歴史的背景を考えても、数字だけで動いていくところに入っていくかという、難しいと思います。いま理科離れとか、生涯賃金が理工系の学生とそうでない学生とで違うし、どの仕事に就くかでも大きく差が出るという現実があります。そこが今後、どうなっていくのか不安です。が、将来、ブレイクスルーできるような人材が出て行く可能性に目を向ければ、それが夢と言われると夢でしょうか。

邑瀬 サイエンスのほうの夢としては、「10年、20年後も夢を追い続けていられるようになるのが夢」みたいな感じだと思います。

蒲生西谷 学校は、そういうことができる場所であってほしいし、そういう場所であるように自分たちも努力しないといけないと思います。学校は役割が役割です。さまざまなことにとらわれずに、細々とでも研究の夢を追い続けられるのかなと思います。ただ、研究を本当にやれる所がなくなったら、長い目で見た時にどうなるのだろうということは、すごく不安に思うのです。儲けに関係なく純粋にサイエンスをやり続けられる場所があること。それは大事なことです。

邑瀬 そのためには、そんなにお金は要らないような気はするのです。もっと時間がほしいなという気がします。

蒲生西谷 そう思いますね。

松原 成果主義が大学にも浸透してきて、それも良い面と悪い面があるのでしょうか。

新井 研究では、現在特に力を入れているカーボンナノチューブ複合めっき技術を学生と共に発展させていきたいと思っています。大学ですからサイエンスとしてしっかりと取り組んでいきますが、その結果が新しいテクノロジーのシーズとなり実用化に結び付けばさらに良いと思います。めっき技術を用いて何かイノベーションを興したいというのが現在の夢です。

教育では、卒業した学生には社会で成功して欲しいと思います。企業などで活躍して、社会に大きく貢献してもらいたいです。そのためには新しい何かを生み出す能力を持った学生を育てることが大事かと思っています。ただ、卒業生が活躍しすぎて自分を追い抜いていってしまうと悔しいですけど。(笑)

松原 モチベーション、バイタリティのハイレベルを保つ秘訣はありますか。

上田 教育の話をしますと、どの分野でも構わないので卒業生が社会で活躍してくれることを願っております。もし同じような分野に就職した卒業生とは、例えば将来、10年後と

か 20 年後に、何かの形で一緒に共同研究のような形でも長い付き合いができればと、教育者としても幸せかなと思ったりします。

研究では、一つには溶融塩の新たな用途を発見できないかなと思っています。もう一つは環境に絡んだテーマとして、いかに材料を長く保たせるか。耐食性に優れためっきや代替できるものを何か提案したいというのが、近い将来の夢です。今後の私の研究の中では、環境と表面処理がキーワードになっていくかなという感じです。また、そういう研究をし続けたいなと思っています。

大貝 創立 60 周年ということで、次の 10 年、70 周年までには、表面技術協会発のオリジナリティ、ブレイクスルーを生み出していく一步を踏み出したい。そのためには、最終的にいい技術、いいテクノロジーを生み出すためには、土台というか、基礎がないと駄目だと思います。昔は金属表面技術ということで、金属材料をベースにして、その上にめっき、あるいはスパッタとか金属がベースだったのですが、ポリマーの表面技術、あるいはセラミックスの表面技術など、これらがうまく融合した中に、新しいイノベーションが生まれるのではないかと思います。

日本の御家芸である高付加価値製品を生み出すためには、表面技術によって新しい機能性を生み出す。そのためには、金属、セラミックス、高分子の 3 つの素材の基礎的なところを理解した技術者、研究者あるいは学生を養成して、いい研究発表、いい論文をどんどん表面技術協会で発表できる環境づくりに、学会を挙げて取り組むべきではないでしょうか。それから参加者数をもっと増やして、学生、企業の方の発表に対する質疑応答が活発にできる雰囲気、我々が中心になって努力していかなければ、新たな一步を踏み出すのは難しいのではないかと考えています。

八重 表面技術というのはフロンティアがいっぱいあるというお話だと思います。微量添加剤からナノオーダーの薄膜など、これから拓いていく部分が非常に多い。それらは、今だからこそできるようになった部分が多いと思います。これからも表面技術は、新たな分野をどんどん拓きながら、夢を語って進んで行くことのできる分野だと思います。

新井 信州大学工学部も表面技術協会と同様、今年で創立 60 周年です。奇しくも同じ 60 周年を迎えておりますが、改めて、表面技術を通して、夢をしっかりと持ちながら、教育・研究を進めていきたいと思っています。

松原 教育者、研究者としての未来、それから皆さんの口から教育者としての発言を伺うと、熱意と学生に対する愛情が



八重 真治 氏

伝わってきます。そういう意味で、勇気づけられもしましたし、自分が牽引するという研究者の役割はもちろんですが、それとはまた違って後進を育てるという面でも、未来が見えてくるような気がしまして、嬉しかったし、興奮を覚えた次第です。

八重 いまの大学のあり方は、いろいろ言われていますけれども、まだまだ楽しいところがいっぱいあるということを、読者の皆さんに伝えられると良いですね。

呂瀬 なかなか教育というのは評価されません。この記念号が出るころには政権が変わっているのかもしれませんが、新しい政権は是非、教育を評価してほしいなと思います。

八重 教育というのは、評価することが難しいですね。ノーベル賞を取る人を何人出したかということでもないように思います。幸せな人が増えることが教育の成果だと考えていますが、これは測りにくいですね。

呂瀬 そうですね。大貝先生も金属だけでなく高分子とかセラミックスとおっしゃいましたが、いろいろな材料があって、いろいろな機能を出すポテンシャルがあると思います。これからの材料はできるだけ簡単な材料で、最大限の機能を引き出せるというのが求められるのではないかと思います。めっきでもそうなのですが、ある機能を発現させるために、新たな添加剤を入れるというのではなく、1 個成分を抜いてその機能をよくする。そういう研究がしたいなというのはあります。次から次に足していくというのは、もうやめたいと思います。

八重 それはリサイクルを考えてですか。

呂瀬 リサイクルもそうですね。鉄系の材料に、例えば銅などを混ぜるとリサイクルできないじゃないですか。そういう

ふうな感じです。

蒲生西谷 表面技術は、ある意味非常に学際的な、でも物理や化学の基礎がきちんとないと仕事ができないという分野だと思います。関係する産業も非常に幅広いですしね。研究に関しては確かに、たぶん自然現象はすごくシンプルで、人間がそれが分からないだけと思うことはよくある。だから、そういう観点で詰まったときに、でもすごくシンプルなはずだからという考え方を大事にできる。それは非常に重要な視点だと思います。

松原 神の声を人間の耳に伝える、メッセンジャーみたいな

感じですね。

蒲生西谷 自然現象をよく見て、それが私たちに何を見せているのかということを忠実に理解するということでしょうね。それは学生さんたちにも知ってほしいことです。確かに非常に柔軟な年ごろですので、そういう経験を一度すると、そのことを非常に強く自分の中で持っていくみたいです。だからそういう経験をする機会をたくさん持てるように、細々とも新しいこと、今までやっていないこと、あるいは出来ていないことをやっていければ、と思います。

松原・八重 どうもありがとうございました。

~~~~~