

「これからの日本」のものづくり

奈良先端科学技術大学院大学 物質創成科学研究科 情報機能素子科学研究室



上岡義弘さん (D3)



土江貴洋さん (D2)



上武央季さん (D1)



山崎はるかさん (D1)



吉嗣晃治さん (D1)

司会 = 竹知和重 (本誌編集委員)

近年のアジア諸国の台頭により、日本のエレクトロニクス産業は苦戦を強いられています。今後の日本のものづくり、グローバル社会への対応はどうあるべきか。先進的な研究に取り組んでいる大学研究室を訪問し、先生・学生の皆さんにお話を聞きました。

■ 先駆的研究の面白さ・難しさ

竹知—— 本日は、ユニークで先駆的なものづくり研究に取り組まれている奈良先端科学技術大学院大学物質創成科学研究科の浦岡研究室にお伺いしました。日頃、皆さんが取り組んでいる研究について伺い、また、グローバルに活躍できる人材が求められる今後の社会への対応についてお話をしていきたいと思います。

浦岡—— 私の研究室では、半導体をベースにして、生体超分子や酸化物や無機ナノドットなどさまざまな材料を導入し、それらの特長を生かして、薄膜トランジスタ、太陽電池、メモリ、LSI などといった新しい半導体素子を作製しています。薄膜で社会の発展に貢献する、人々を幸せにするのが基本的なスタンスで、ものづくりに興味があり何かを作ってみたいという学生さんが熱心に研究を行っています。

竹知—— では、実際の取り組みについて、学生の皆さんにお聞きしたいと思います。

土江—— この研究室では3つのグループがありまして、バイオナノとTFTとプリンタブルエレクトロニクスという印刷技術を使ったデバイス作製をしています。私はその中でスプレーの技術、インプリン

ト、スクリーン印刷など、いろいろな技術を使ってデバイスを作っていくプロセス寄りの研究をしています。作製する材料は決まった状態でプロセスを考えていくことになるのですが、実際はなかなか材料ができないことで難しい部分があります。また、プロセスの改良も進めていかなく

浦岡—— 今までの微細化は真空中のプロセスでしたが、彼の場合は異なり、印刷という新しい概念でのプロセスを導入するという研究をしています。

上岡—— 私は、新しい材料を使った薄膜トランジスタの研究をしています。もちろんデバイスも作りますが、今取り組んでいるのはもっと基礎的なところなんです。どういう物性、プロセスにすると材料の性能がよくなるとか、ベーシックな研究をやっております。

浦岡—— 彼は、SPring-8で2次元表示型光電子分光装置を使った2次元の光電子分光のようなことを行っています。

竹知—— デバイスの研究と物性とは分野が違うので、さまざまな知識が必要ですね。

上岡—— 今回の研究では、物性を専門としているほかの研究室とコラボレーションすることで、よい成果が出ることを期待しています。

山崎—— 私は上岡さんと同様で、酸化物・新材料でTFTを作っています。これまで注目されてこなかった、絶縁膜にどのような材料を入れると信頼性がよくなるかという研究を行っています。

浦岡—— 彼女は企業との共同研究で、新しい薄膜技術をお持ちの企業とうちのTFTの技術を融合させて大きな成果を挙げてくれています。

上武—— 私は異分野融合で、タンパク質を使ってメモリを作る研究をしています。実際には、フラッシュメモリの素子のフローティングゲートメモリをタンパク質を使って作製しています。タンパク質は自己組織化や、無機物質を結晶化させるといった、特異な能力をもっていますので、レゴブロックや積み木などのようにプロセスを組み立てられる点が面白いと思います。使うタンパクによってこんな新しい構造ができて、こういったよいデバイスができるのではないかと想像するのが楽しいです。私はもともと化学をやっていたのですが、バイオと半導体に必要な知識が異なり勉強することが多いのと、その分野によって研究を進めるスタンスが

違う点が難しいです。バイオと半導体では着る服も違いますし、半導体分野は見たことのない高性能な装置を使ったり、バイオではセンシティブで精密な作業が必要だったりすることに最初、驚きました。

竹知——バイオと半導体とを一緒に研究するということは、私が学生の頃にはありませんでした。ベンゼン環も半導体のバンドのこともわからなくてはなりませんので、まさに異分野を融合させて新しい概念のデバイスを作っているということですね。私は電子工学を専攻していたのですが、ベンゼン環を見ると拒絶反応がありました（笑）。

吉嗣——私は、パワーデバイスや高周波デバイスに応用される新しい半導体材料として期待されている、窒化ガリウムの電子デバイス応用に関する研究に取り組んでいます。このテーマは、私の代から始まった研究ですので、まだこれからという感じです。

竹知——新しい研究の立ち上げには、難しさが伴いますね。

吉嗣——最初は何から着手すればよいかわ迷いましたが、まずは地に足を付けて

バックグラウンドを理解しようと思い、学会やスクールに積極的に参加しました。ほかの研究グループが先行するなかで、我々のオリジナリティをどうやって出していくか、日々試行錯誤しながら研究を進めています。

■異分野融合による研究の輪の広がり

竹知——多様な異分野を融合した研究を行うために必要とされる知識を習得するにあたって、先生のご指導や大学のカリキュラムはどのようになっているのでしょうか？

浦岡——個々人が取り組んでいるのはそれぞれ1つのテーマですが、研究室全

体ではこれだけ幅広い分野の研究を行っているので、1カ月に1回、全員そろって各人が研究の進捗や分野のトピックスを紹介しています。そこで先輩のあのテクニックを応用できないかとか、自分の知見をこの分野に応用できないかという“分野の摩擦”が起こることを期待しています。学生1人ひとりが専門家というプロ意識をもって、教員よりも知識を習得してほしいと思っていますし、実際そうなってくれていると思います。

上岡——先日応用物理学会春季講演会の発表でもデータがありましたが、山崎さんの研究の場合だと、中にある元素がどこにあるかがキープポイントで、それを

にも求める先生はたくさんいますので、学会や研究会を通して外に教えてもらいにいくことも多いです。

土江——私の研究グループのメンバーには下の学年の後輩たちもいるので、私自身は彼らの分野の範囲もカバーするような、広い範囲でいろいろできる人間になっていくと、学会などではいろいろな分野も聞いたりしています。

竹知——博士課程の学生は自分の研究もありますが、若い目で後輩を指導し育てていくという重要な役割もありますね。

浦岡——いい先輩がいたら、いい後輩が育ちます。

■グローバル社会に向けて

竹知——経済界などではグローバル化が議論され始めて久しいですが、浦岡研究室では留学の制度などはどのようになっていますか？

浦岡——私の研究室でも、留学生の割合が増えてきています。中国、インドネシア、フィリピン、タイなどのアジアのほか、ヨーロッパからも増えています。報告書関係はすでに英語に

なっていますし、プレゼンテーションやミーティングを全部英語でやろうという試みも始めています。留学生の中には私たちとコミュニケーションを取る方法が英語しかない人もいます。日本の学生には、留学生のお世話をする過程で、英語の能力が上がってくれればいいと思っています。

土江——私は奈良先端大のプログラムを利用して、パリのÉcole polytechniqueへ2カ月間留学していました。内容は、カーボンナノチューブの研究です。日本と海外の研究体制やディスカッションの違いを勉強しようと思っていましたが、一番強く感じたのは物事が動き出すと非常に

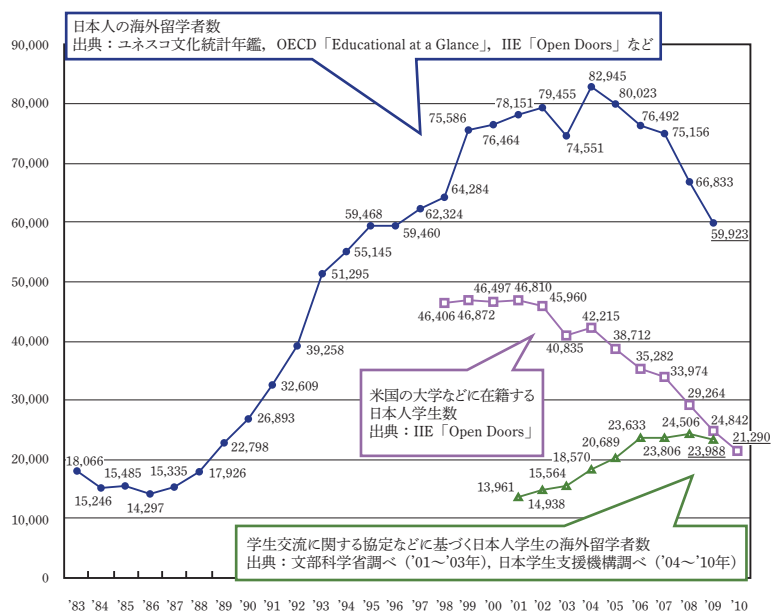


図1 日本人の海外留学生数。

自分たちの大学の装置だけで同定するのは非常に難しいです。偶然、私が外部で物性の研究をしていたとき、その装置を使えばうまくできるのではと思い、山崎さんにサンプルをもらって測ってみると兆候が見えました。お互いに意見交換していると、どこかで新しい結果や今まで得られなかったことが得られるということがあります。

上武——私も共同で研究している研究室がありまして、ミーティングを2週間に1回くらいのペースで行っています。常に意見交換をしながら、そのタンパク質を共同で使ってデバイスを作っています。

浦岡——自分の大学だけではなく、外

早いということです。逆に海外だからといって、研究のクオリティが高いというわけではないとも感じました。特に奈良先端大は設備も充実していますので、研究しやすさという点では日本はよい場所だということを再認識しました。フランスでは、オフィスに入れ替わり立ち代わり人が入ってきて、ディスカッションをしてやることを決めて、実験が動き出します。ディスカッションは非常に長いですが、いざ動き出せば早いです。

上岡——私はアメリカで1カ月、語学留学し、ソウルの慶熙大学で研究を2カ月間させていただきました。韓国は、日本と非常に雰囲気が似ていました。朝から夜遅く、午後11時くらいまで研究室に残っています。

竹知——私も滞米経験があるのですが、日本との大きな違いは、アメリカの先生はこれをやりなさいと言わないことでした。あなたはどうか考えをもって、何をやりたいかと尋ねます。アドバイスはくれますが、まずは何をやりたいかが大事です。日本の若者は指示を待つことが多いですが、アメリカは自主性、自分の考えを要求してきます。

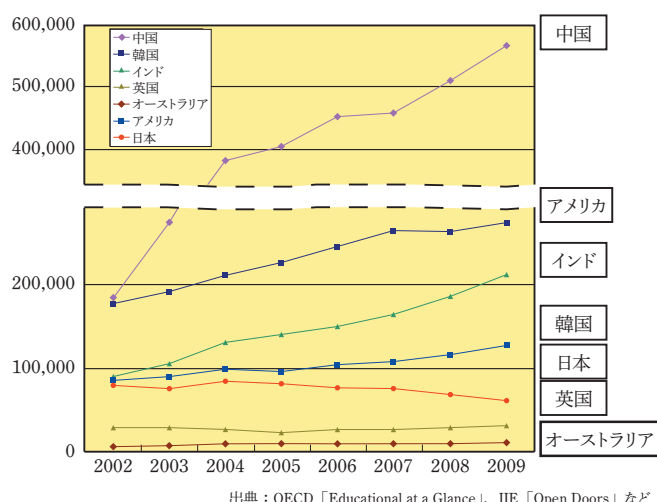
上岡——逆に韓国は、文化の違いからでしょうか、先生からの指導の下に研究を進めるというスタイルが強いという印象をもちました。それぞれの国の文化の違いによって、物事の進め方もさまざまなんですね。

浦岡——ほかの3人は来年、留学する予定ですが、それぞれすでに国際学会参加などの経験があります。

吉嗣——私は初めて海外の国際学会に参加させていただいたとき、まわりに何もない小さな古城のようなところで、1週間くらい寝食をともしましたので、ディスカッションの機会は非常に多くありました。もちろん、世界中から先生や学生が大勢来ていましたので、交流をもつことができました。

上武——私の場合、初めて海外に行った経験が学会発表でしたので、ホテルの行き方など基本的なところで苦労しました。しかし、自分1人で手続きをやっていると経験値も上がるので、例えばレジストレーションで戸惑っているほかの学生にアドバイスしたりして交流が生まれるという機会もありました。

山崎——海外の学会や国内で開かれる国際学会に参加するうち、研究者の顔ぶれがそれほど変わらないということがわかりました。国際学会に出ているうちに、見たことのある人や話したことのある人が増えて、前の発表のときからの研究の進捗状況などを尋ねたり、気軽に話ができるようになりました。



出典：OECD「Educational at a Glance」、IIE「Open Doors」など
図2 国（地域別）学生の海外派遣者数の推移。

竹知——海外の研究者とのネットワークは貴重な財産ですね。

異文化交流の大切さ

竹知——グローバル化でもう1つ重要なことは、違う文化に浸るということです。異文化の中でこれを深めていくと、グローバル社会でいっそう活躍できるのではないかと思います。最近、日本から留学する人が減少傾向にあるといわれています（図1）。一方で韓国、アメリカ、中国、インドなどでは海外留学生数が非常に増えています（図2）。近頃の若者は内向き志向だとマスコミなどからもいわれていますが、先生はいかがお考えですか？

浦岡——そういう話はよく聞きますが、私の研究室の学生は内向きではなく、海外出張や留学には積極的です。ですので、あまりそういった実感はないですね。

山崎——全然違った環境で1人で生活していくこと自体、ある意味チャレンジで、今までしたことがありませんから、新しいことができるのが楽しみです。

吉嗣——留学に行った先輩方の話を聞いていると、正直なところ私は不安です。ほとんど1人でこなしていけないといけませんし、コミュニケーションがうまく取れるかどうか心配です。

浦岡——寮のような住居が付いている場合と、自分で手配しなければいけない場合とがあります。奈良先端大が提携して

いる大学には大体設備がありますが、そうでないところでは自分で探す場合があります。

竹知——私がアメリカに行ったときは、住む場所を自分で探して、社会保障番号や銀行口座、運転免許証なども手配しました。大変な経験でしたが、いろいろな国の仕組みに触れることは大事だと思います。留学プログラムの期間はどれくらいなのでしょう？

浦岡——原則2カ月間ですが、延長しても構いません。2カ月で大学の単位となります。提携校の場合は旅費や滞在費が大学から出ますし、そうではない場合は研究室からの補助になります。いずれにしても、学生自身の負担はありません。また、その2カ月の前に、米国で本格的な語学研修を受けることになっていて、充実しています。

竹知——グローバル化のトピックで、もう1つ、海外で働きたいかというアンケートがあります。2001年には7割から働いていいという回答があったのですが、2010年には半分近くが海外で働きたいという統計になっています（図3）。海外で働きたい理由、働きたい理由があったらお聞かせいただけますか？

土江——研究環境や体制ということは置いておいて、職場自体はどこでも基本的には同じだと思います。ただ、日常生活を送るうえで、全てにおいて便利で考慮されているという日本人の心遣いが帰国してうれしかった部分です。

上岡——韓国の雰囲気は日本と似ていますが、やはり日本の方が住み慣れています。食生活ですとか基本となるところは、育った国が性に合うのは間違いありませんね。

上武——例えば、企業で勤めてという形であれば、数年間、海外で過ごすというのはありだと思います。ただ、海外に永住するというのではなく、私は日本で暮らして、日本の利益を意識して研究を发展させたいと思っています。海外の職場でスキルアップや情報交換、共同研究を立ち上げる

といったことには大きな魅力があると思います。

吉嗣——私は将来、日の丸半導体の復興の一翼を担いたいと考えています。パワーデバイス業界はとくに国際間競争が激しいため、

技術流出を防ぐためにも、私は日本でやっていきたいと思っています。

■ 今後の若手研究者・日本のあり方

竹知——最近では韓国や中国などのアジア諸国の半導体・ディスプレイ産業の成長が著しく、多くの日本企業がそれらの国々の企業との連携を始めています。これには、連携によるシナジー効果という正の側面がある一方で、国外への技術流出という負の側面も無視できません。技術開発には量産・生産技術開発、研究開発などさまざまな段階があり、国々の間でこれらをうまく分担していくような仕組み作りも必要かもしれません。

上武——おそらく、昔の日本とアメリカの関係に近いと思います。かつては、アメリカが基礎研究をして、日本がそれを

改良して物を売っていました。当然、アメリカからは不満が出ましたが、次第に日本でも基礎研究をしっかりとやろうということで、期間や予算を決めて研究開発を進めてきました。いずれ、中国も基礎研究を行う立場になるのではないのでしょうか。

竹知——国の発展段階によって果たす役割が巡っていくということでしょうか。その中でグローバル化が進んでいくと思いますので、皆さんの立場で日本に残り日本の技術を高め、海外に持っていくのもあるでしょうし、あるいは海外で新しいことをやるのもスタイルだと思います。あまり萎縮せず、日本にこだわらず広く活躍していただくのがいいと思います。

上岡——海外に行くと、日本のパスポートの効力は感じますね。税関でもあまりチェックなく通ることができるというのは、

山崎——論文発表数には、数値を伸ばしている諸外国と日本との国民性の違いが背景にあると思います。例えば、日本の論文の数割程度の内容のものであったとしても、ペーパーとして出してしまうところもあるのではないのでしょうか。日本人は突き詰めて最後までわかるようになってから論文を出すという傾向があるので、一概に論文発表数で評価できるものではないと思います。ただ、日本人が論文を出さずに突き詰めている間に、ほかの国に出し抜かれる場合もあり、それはそれで問題だと思います。論文発表数を伸ばすという点でいえば、日本もある一定のところまで来たら出すということを決めれば、可能だと思います。

竹知——量だけではなく、質も問われるということですね。

浦岡——書かないと上にあがれず、ポジションもないという競争の激しい環境にある国と日本とは、ハングリー精神に違いがあるのだと思います。ただ、日本ではドクターの数が減って、比較的ゆったりし

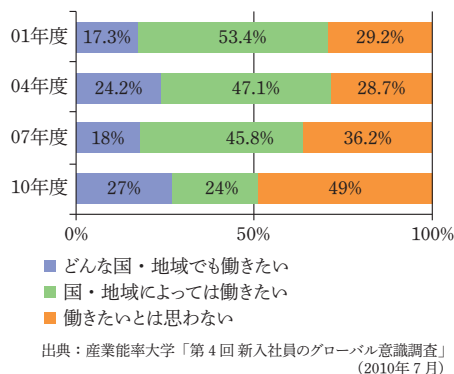


図3 日本人新入社員の意識の変化。

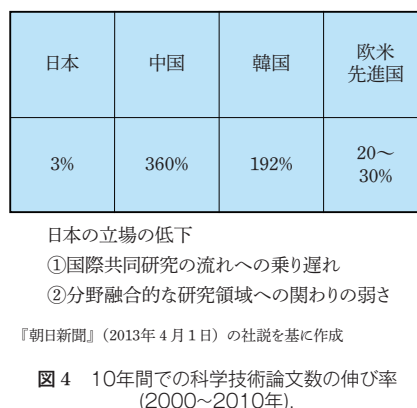


図4 10年間で科学技術論文数の伸び率(2000~2010年)。

これまでの先輩の日本人の積み重ねてきた信用があると思います。ずっとこの先も自分たちの後輩が享受できるようにがんばらなくては行けません。逆に日本を考えることも重要ですが、大きい見方で、日本やアジアに限らず、地球全体で共有している問題があると思います。地球温暖化もそうですし、津波のがれきがアメリカに到達してしまうようなこととか、グローバル、地球全体での見方が必要になってくると思います。

竹知——最後になりますが、この10年間の科学論文数の増加をまとめてみました(図4)。日本は3%しか伸びていません。日本の科学技術が低下傾向にあるといえ、これから日本がどうするかが問われていると思います。この状況をどうしていきたいかを伺えますか？

た環境にあるものの、今、我々はグローバル化の中で、留学生などから猛烈に刺激を受けています。10月に入ってきたフィリピンの学生は、もう論文を書こうとしています。日本にやって来る留学生は、本国でトップレベルの人たちです。こうした人材を受け入れることで国際的な刺激がどんどん増えるのは、日本の学生にとってもよいことだと思います。

竹知——ハングリー精神をもとに、皆さん非常に先駆的な研究をされているので、これからどんどん深めて日本の将来のものづくりを引っ張っていただきたいです。海外留学の経験など、異文化との交流を大事にして、グローバルな活躍をしていただきたいと思います。

(2013年4月9日、奈良先端科学技術大学院大学にて)

座談会を終えて



後日、浦岡研究室の留学生の皆さんからのご意見を伺いました。Juan Paolo Soria Bermundo さん (D1, フィリピン) は、ものづくりから評価まで充実した実験施設、先生や研究室内のほかの学生との密接なチームワークなどにより、自分の視野を広げることができ、研究自体も加速化できる、と話してくれました。元々コンピュータエンジニアリングが専門だった Yana Mulyana さん (D1, インドネシア) は現在、材料科学に取り組んでおり、大学院のみで研究に集中できるキャンパス環境に満足しているそうです。何超さん (M2, 中国) も研究施設の充実ぶりを挙げ、ここでは自分で考えながら自由に実験ができ、自らの知識を深めたり技術力を高めたりできる、と話してくれました。また、皆さんか

ら、日本ではある特定の領域に集中して研究する傾向がみられる一方、自分たちの国では扱う領域も幅広く、学際的な研究も盛んに行われているというように、各国それぞれに特徴がある、といったコメントもいただきました。卒業後は、日本で事業を始めたい、日本やそれぞれの母国で研究を継続したい、といった夢ももっているそうです。浦岡教授がおっしゃるように、留学生の皆さんと日本の学生の皆さんがお互いに刺激し合っている様子がうかがえました。皆さんのユニークな研究が日本のものづくりの将来に寄与し、ここでの経験を生かして皆さんがグローバルに活躍されることをお祈りします。また、今回の座談会が、会員の皆様が日本のものづくりの将来を考えるきっかけになればと思います。 [竹知]

伊賀健一博士がフランクリン賞受賞

小山 二三夫 *

伊賀健一博士 (東京工業大学前学長) が、この度米国フランクリン財団から、フランクリン賞のうち 2013 年度バウアー賞 (The Bower Award) を受賞されました。フランクリン財団は Benjamin Franklin を記念し、科学・技術の啓発・普及を目的として 1824 年に創設された非営利団体です。フランクリンメダルは 1824 年以来、200 年近くも続いている世界で最も伝統のある賞の 1 つです。アインシュタインが光電効果によって電気工学分野で受賞しているのが印象的で、エジソン、ベル、ジーメンスなど工学分野を含む科学全般で表彰が行われてきました。伊賀博士がフランクリン賞の金メダルに加えて受賞されたバウアー賞は、フィラデルフィアの化学メーカ社長であった Henry Bower 氏が 1988 年に寄贈した 7.5M\$ を元に作られた特別賞で、2013 年度は光学関係の光源技術分野が対象として選考されました。日本人としては金出武雄教授 (カーネギーメロン大学) に次ぐ 2 人目で、日本の大学からは初めてです。今回の受賞業績は、面発光レーザーの提唱と光エレクトロニクスへの広範な応用への貢献です。面発

光レーザーの父として、新概念創出からデータセンタにおける光インタコネクトなどへの実用化を高く評価されたものです。

授賞式は 4 月 25 日にフィラデルフィアのフランクリン財団メインホールにて、約 700 名の参加者の下、盛大に開催されました。受賞者ごとに各 5 分間の紹介ビデオが投影され、財団 President から金メダルが授与されました。最後がバウアー賞で、伊賀健一博士のビデオが紹介されましたが、ビデオインタビューを中心に構成され、秀逸な出来栄でした。

授賞式の紹介ビデオや

授賞式の模様は、下記のサイトからご覧いただけます。

<http://vcsel-www.pi.titech.ac.jp/party/FranklinAwardsPhoto.html>



メダル授与後の伊賀名誉教授。左はフランクリン財団 President の Dr. Dennis Wint.



2013 年フランクリン賞受賞者。