

名城大学×東北大学 特別シンポジウム

大変革時代を生き残る

モノづくり、ヒトづくりとは

世界トップの研究者が語る「実学」と産業界の未来

2023年3月15日開催

開催概要

世界は今、環境問題、エネルギー問題、パンデミックなど、大きな課題に向き合っています。私たちは何を学び、どのように「持続可能で豊かな世界」を目指していくのか。

2026年に開学100周年を迎える名城大学は、将来ビジョンで「中部から世界へ 創造型実学の名城大学」を策定し、包括連携協定を結ぶ東北大学は、開学以来「実学尊重」の精神を掲げています。いま大学に求められる科学研究・人材育成・産学連携の在り方とは。そして、企業がとるべき針路とは。

研究開発で産業界に大きなインパクトを与え、ノーベル賞候補と注目されるトップ研究者が、「実学」の重要性を確認しながら、大学と産業界の未来を熱く語り合いました。

開催日時：2023年3月15日（水） 15:00～17:00（14:30開場予定）

場 所：名城大学 天白キャンパス 共通講義棟北 名城ホール（N101）

主 催 者：〔主催〕名城大学 〔共催〕東北大学 〔協賛〕中部経済新聞社、名城大学校友会

パネリスト

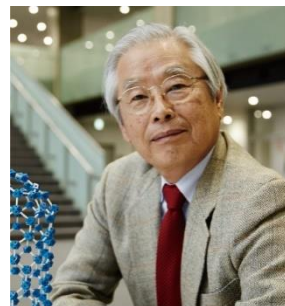
大野英男氏 東北大学 総長

東京都出身。1982年東京大学大学院工学系研究科博士課程修了（工学博士）。東北大学工学部教授、同大電気通信研究所教授、所長、同研究所付附属ナノ・スピントロニクス実験施設施設長、同大スピントロニクス学術連携研究教育センター長などを経て、2018年第22代東北大学総長に就任。専門はスピントロニクス、半導体物理・半導体工学。2003年 The IUPAP Magnetism Prize、2005年日本学士院賞など受賞。



飯島澄男氏 名城大学 終身教授、東北大学 特別招聘プロフェッサー

埼玉県出身。1968年東北大学大学院理学研究科物理学専攻博士課程修了（理学博士）。1970年渡米。アリゾナ州立大学で高分解能電子顕微鏡の研究。1991年カーボンナノチューブを発見。2002年フランクリンメダル、2008年カブリ賞、2009年文化勲章等を受章。1999年名城大学教授、2010年名城大学終身教授。日本学士院会員、NEC特別主席研究員、産業技術総合研究所名誉フェロー。



佐川真人氏 大同特殊鋼株式会社 顧問、
名城大学カーボンニュートラル研究推進機構シニアフェロー
東北大学 特別招聘プロフェッサー

徳島県出身。1972年東北大学大学院工学研究科金属材料工学専攻博士課程修了（工学博士）。1972年富士通（株）入社、1982年住友特殊金属（株）で永久磁石「ネオジム磁石」を開発。インターメタリックス（株）、NDFEB（株）を設立、2016年大同特殊鋼（株）顧問。2022年エリザベス女王工学賞を受賞。



開会あいさつ

名城大学 学長 小原 章裕



本日は年度末のご多用のところ、大学生・教育関係者、そして何よりも産業界から大変幅広く関心を持っていただき、多くのみなさまにご参加いただきましたこと、心からお礼申し上げます。

また、パネリストをお引き受けいただきました東北大学総長・大野英男先生、大同特殊鋼株式会社顧問の佐川真人先生、そして本学終身教授である飯島澄男先生、そして本日のファシリテーターをお務めいただく室山哲也様におかれましては、このシンポジウムにご賛同いただきご協力いただきましたことを、心からお礼申し上げます。

また、遠路はるばる東北大学から理事・副学長の佐々木啓一先生、そして産学連携部長の佐藤敬浩様にご臨席いただきましたこと、あわせてお礼を申し上げます。ありがとうございます。

さて、わが名城大学は、3年後の2026年に開学100周年の節目を迎えます。現在、2026年を目標年とする戦略プラン「MS-26」を策定し、教育・研究・社会連携を含めて様々な取り組みを行い、事業を推進しております。そのなかでも研究という観点におきましては、2014年にノーベル物理学賞を受賞された、亡き赤崎勇先生が長年にわたってリードされてきた「青色LED」を基点とした新規光デバイス研究、そしてカーボンナノチューブの発見者であり、本日のパネリストでもあります飯島澄男先生の研究グループを中心とした「ナノ材料分野の研究」は、本学の研究のツインブランド

として、大きく大学の特色を発揮するだけでなく、世界の研究を牽引してまいりました。

現在、このツインブランドについて、国際的研究拠点の形成確立を目指しているところです。たとえば2019年にノーベル化学賞を受賞されました、本学終身教授の吉野彰先生にご助言いただいている次世代バッテリーの開発研究、あるいは理工系に加えて農学部・薬学部の教員が研究協力体制を構築し、疾病予防に特化した機能性食品を創出するなどの、ライフサイエンス領域における研究強化にも注力しております。さらには全人類の課題であるカーボンニュートラル社会の実現に向けた、我々高等機関への社会からの高い期待に応えるため、昨年4月には、本日のパネリストであります佐川真人先生をシニアフェローにお迎えして、カーボンニュートラル研究推進機構を新たに設立いたしました。総合大学の強みを最大限に生かし、多種多様な分野の研究者の連携・融合によるブレークスルーを目指して、すでに複数の研究プロジェクトが生まれております。

このような研究力向上への取り組みは、研究そのものだけではなく教育、あるいは社会への還元に直結し、本学の競争力向上に資する重要事項であると認識しております。国内外の産学官研究ネットワーク構築や人的交流による共同研究の推進・実践など、具体的アクションプランを掲げ、鋭意強化に努めていく所存でございます。

さて、本日の特別シンポジウムは、名城大学と東北大学との共催となりますが、少し経緯についてご紹介させていただきます。

本学は研究向上の一貫として、2019年10月に東北大学と「包括連携協定」を締結しました。大規模地震や水害を想定した減災研究分野の研究組織である、本学『自然災害リスク軽減研究センター』と東北大学『災害科学国際研究所』の知的・人的な交流がきっかけとなり、今日まで相互の協力関係を育んでまいりました。加えて佐川先生と飯島先生は東北大学大学院を修了されており、現在においても東北大学の特別招聘プロフェッサーの称号をお持ちであります。

このように名城大学と東北大学の間のさまざまなご縁がつながり、本日のこの豪華な3先生による特別シンポジウム開催が実現いたしました。

本日のシンポジウムのテーマは「大変革時代を生き残るモノづくり、ヒトづくりとは——世界トップの研究者が語る『実学』と産業界の未来」といたしました。愛知県はご承知のとおり、自動車をはじめとする世界的なモノづくりと産業の集積地であることが大きな特色であります。技術革新や産業構造の変化など、大変革時代に突入している今日、愛知のモノづくりに関わる全ての産業が活力を高め、日本の成長を力強くリードしていくことは、愛知県を中心としてイノベーション人材を輩出する本学としてもたいへん重要なことだと認識しております。

本日は、本学と東北大学がともに重視する『実学』にも触れていただき、人材育成の観点を交えた幅広いお話が聞けるものと思います。産学を代表する有識者である、次のノーベル賞候補と目される世界の研究者でもある先生方による、貴重な保存版となるシンポジウムで、私自身、本当に楽しみにしております。

最後に、ここにご参集くださいました方々に、改めて感謝申し上げますとともに、このシンポジウムがみなさまにとって、有益で実りあるものになりますことを祈念いたしまして、私のあいさつとさせていただきます。

大変革時代を生き残るモノづくり、ヒトづくりとは
——世界トップの研究者が語る「実学」と産業界の未来——



パネルディスカッション

<パネリスト>

大野英男氏（東北大学 総長）

飯島澄男氏（名城大学 終身教授、東北大学 特別
招聘プロフェッサー）

佐川真人氏（大同特殊鋼株式会社 顧問、名城大学
カーボンニュートラル研究推進機構
シニアフェロー、東北大学 特別招聘
プロフェッサー）

<ファシリテーター>

室山哲也氏（日本科学技術ジャーナリスト会議
（JASTJ）会長、元NHK 解説主幹）

【室山】まず今日のお話の内容をご紹介して、先生方をお迎えしたいと思います。

「大変革時代を生き残るモノづくり、ヒトづくりとは」ということですね。これから豊かな未来社会をテクノロジーによってどういうふうに取りひらいていったら良いだろうか、という話をこれからします。エコロジカルフットプリントという数値で見ますと、今、人類は地球1.7個分ぐらいの生活を既に行っているようで、全人類が今の文明のままアメリカ人並みのレベルの生活をしたら地球が5個必要だ、という話があります。要するに地球が持っているキャパシティと人間の要求にアンバランスが起きていて、人口がどんどん増えていくなかで、いろいろなビックイシューが起きている。持続可能な社会をどうつくるかが問わ

れている。具体的に言うと、人口がどんどん増えていって大気や海などの汚染が進み、生物多様性が失われ、エネルギーが不足し、食糧が不足し、気候変動、温暖化が起きているというわけですね。それぞれは病気の1つの症状に過ぎなくて、大元の人間の文明そのものをチェンジしていかないと、どうもこのままでは持続可能になりそうにないぞ、という状況のなかで、ウクライナで戦争が起き、米中対決とか、いろいろなものごとが起きて、日本は少子高齢化で苦しむ、というようなことがその上に乗っかっているということになります。

問題は山積しているのですが、今日は非常に優れた3名の先生方をお呼びして、テクノロジーを使って今の課題をどんな風にブレイクスルーしていくのか、それぞれのお考えをうかがうとともに、後半では人材育成ですね、どんな風に人を育てていけば良いかというお話をうかがいたいと思います。



室山 哲也 氏

まずは、名城大学の飯島澄男終身教授です。みなさんご存知のようにカーボンナノチューブを発見されたナノサイエンスの先駆者です。

続きまして、東北大学の東野英男総長です。スピントロニクス分野の第一人者、スピントロニクス半導体ということで、いま世界を揺るがしている方です。

最後に、大同特殊鋼株式会社の佐川真人特別顧問です。世界最強と言われるネオジム磁石の発明者で、これをモーターなどに使うと、べらぼうな

効果を発揮するのですが、すでに実用化されています。

大変革時代とは

【室山】 流れとして最初に、この「大変革時代」とは一体何なのよ、と問題意識を押しえたうえで、主に「気候変動」にどうテクノロジーで向き合うか、をそれぞれのご研究の今までの実績と現状をご報告いただいて、今後それがどう発展しそうか、ということをお聞きします。そのあとでどう「人材育成」をするか。企業の人材育成、大学の人材育成、諸々の社会の在り方、そのようなことを議論していきたいと思います。

まず、大野先生。今回「大変革時代」という大きなタイトルをつけたのですが、今のこの時代に、大野さんはどんなことがテクノロジーで解決していくべき重要な課題だと思われるかご紹介ください。

【大野】 すでに室山さんがおっしゃっていますが、今の社会がそのまま継続していくということは、もう考えられなくなりました。従って、特に若い方々が中心になると思いますが、これからどのような未来を新たに切り拓いていくのかということが重要になると思います。

切り拓くツールはなにか、ベースはなにかと言うと、テクノロジーであり、今日のテーマの「モノづくり」です。「モノづくり」だけで良いかということは、あとで議論の対象となるかと思いますが、我々が未来を切り拓くためには、「モノづくり」それが極めて重要な要素になると理解しています。

【室山】 今日は「モノづくり」のお話です。ちょっと会場の方にうかがいたいのですが、産業界の方は手を挙げてください。自動車産業に関わる方は手を挙げてください。では、教育関係の方。教育関係のなかで先生。次は学生さん。学生もいますね。高校生はいますか。いない。大学生ぐらい。(参加者は) こういう感じです。

これから先生方に色々お話ししていただくなかで、できるだけこういう方々の課題につながる

ような感じでいきたいと思います。

飯島先生、テクノロジーで世界を切り拓くんだけど、テクノロジーだけではダメだと、(事前の打ち合わせで) おっしゃっていました。少し発言をお願いします。

【飯島】 タイトルにあるように、「大変革時代に我々はどうするか」、そういうことがテーマだろうと思いますが、最初に申し上げてしまいますけれど、モノづくり、テクノロジーが進歩するのは大変結構ですが、昨今の世界の動きを見ていると、ドローンが飛んだり、なにか物騒なものがある飛び交っていますね。あれはハイテクのエンドプロダクトみたいなもので、そういうものを我々は作っているというわけです。何を言いたいかというと、役立つモノを作るのはいいけれど、やはりそれをコントロールしないといけない、そこが非常に重要だと思います。私自身も「モノづくり」をやっておりますが、使い方をどうするか、そのところをみんなで考えなくちゃいけないと思います。

【室山】 佐川先生、モノをコントロールするという言葉が先ほど出ましたが、材料と向き合って研究をされてきて、今の時代をどういう眼差しで見れば良いかをお話してくださいませうか。先生は材料を研究していらして、材料の可能性を引き出しているわけですよね。結局はモノと人間の関係ですよね。その辺りで何が重要でしょうか。

【佐川】 とにかく材料の研究というのはすごく大事だと思います。材料によっていろいろな問題を解決できる。我々、材料科学者というのは、電子の動きを同じ方向に揃えたり、いろいろな神業的なことをやっけていて、そういう材料によっていろいろな問題が解決できる。本当に素晴らしいことをやっているんですよね。ですから、材料の研究によって、すべてではありませんが、いろいろな問題が解決できます。たとえば、カーボンニュートラルの問題などは、材料の研究の発展で解決できるんですね。だから、材料の研究をどんどんやっけていきたい。

そしてもう1つみなさんに言いたいのは、周期

表を頭の中に入れていただきたいということです。たとえば、「鉄」ってどこにありました？ 鉄は Fe ですが覚えていますか。そういう元素というものを、難しいものは良いとして、だいたいのことは、みんな分かるようにしてください。なぜリチウムイオンの電池が一番良いのか。リチウムが一番軽いアルカリ金属ですよ。そんな元素をもっともっとみなさんが知っていて欲しいと思います。

【室山】 いま周期表を知っているかと言われて、ギョッとしました。家に帰ってもう一度ちゃんと見てみようと思います。

持続可能な社会をどう創るか

【室山】 これから議論を始めるのですが、その前に「持続可能な社会」をどう作るのか。いろいろな入口はありますが、気候変動問題を解決していくためのテクノロジーとカーボンニュートラルをどう実現するか、この辺りを切り口に、それぞれのご研究の現状をお話しいただいて、そこから話を広げていきたいと思います。

今回、事前にいただいたメモのなかに、大野先生の非常に気になる言葉がございました。カーボンニュートラルと言いながら、それはやはり豊かな、人間が幸せな社会でなくてはならないと私は思うわけです。先生のメモのなかには「持続可能で柔軟なエコシステムを作る。宇宙の自然環境を保全しつつ、人が文化的・文明的、すなわち精神的にも技術的、物質的にも豊かに暮らせる社会」と書かれています。これはどういう意味でしょうか。

【大野】 一言でお伝えすると、我々が今使っているエネルギーをより豊かに使おうということです。つまり省エネによって地球の資源を使い尽くさないようにしながら、そのエネルギーを賢く使って、我々は精神的にも文明的にも、あるいは文化的にも豊かな社会が作れるはずだ、と。そういうことを申し上げたつもりです。

【室山】 それは縄文時代に戻しましょう、という

話ではないですよ。

【大野】違います。我々が今享受している便利さ、あるいは安全・安心をさらに発展させる。さらに発展させる時にエネルギーがさらに必要になるということではない解と一緒に探したい、そういうことです。

ネオジム磁石について

【室山】 それでは、これからお三方の研究が今はどこまで来ているかをお話しいただきたいと思います。

すでに世のなかに躍り出て、世のなかを大きく変え始めている、変えてしまっていると言いますか、変えつつある、佐川先生のネオジム磁石の現状をご説明いただきたいと思います。

(スライドを見ながら) とにかくめちゃくちゃ強い従来の 10 倍のパワーのある磁石を作っている。これが今は世界を席巻しているということですね。



佐川 真人 氏

どんな風にできているかは別として、このネオジム磁石そのものの、特にカーボンニュートラルにどうつながっていくか、どんな性質が優れているかをご説明いただけますか。「世界の電力の半分はモーターが消費していて、ネオジム磁石がそれを支えている」という記述がスライドの右上にあります、この辺りをまず押さえていただけますか。

【佐川】 みなさんご存知だと思いますけれど、ネ

オジム磁石は「100 均から重工業まで」広い範囲をカバーしています。ネットで検索すると、ネオジム磁石の写真が出てくるくらい非常にポピュラーになってきています。

スマホにもネオジム磁石がたくさん使われています。スピーカーはもちろん、マイクロフォン、それからカメラのレンズを動かして一瞬のうちにピントを合わせています。あるいはいろいろなモードの振動も全部ネオジム磁石なんですね。ネオジム磁石は身の回りに常に存在しているものです。それから、パソコン・エアコン・冷蔵庫・洗濯機などにも使われています。特にこれからは自動車の応用が大事で、もっと効率の良い自動車のモーターを作ってもらうために、研究に取り組んでいるところです。

【室山】 モーターが世界の電力の半分を消費していると書いてありますが、やはりそうなんですか。

【佐川】 そうですね。日本では 55% と言っていますね。それだけの量の電力を消費しているモーターの効率を上げるのですから、大変な役割を担っていると思います。あるいは風力発電ですね。ネオジム磁石を使うとコンパクトな装置になります。このようにネオジム磁石は、小型かつ高効率なモーター発電機の実現に寄与しているということです。

【室山】 「発明後 40 年間、ネオジム磁石を超える永久磁石は開発されていない」とありますが、40 年間王者であり続けている状態なんですね。既に大きな影響を与えていると思いますが、私が見てビックリしたのは、「まだポテンシャルをフル活用していない」と。まだあるんですか。

【佐川】 永久磁石の性能を示す指標に「エネルギー積」というのがあって、その単位はメガガウスエルステッドと言うややこしい名前です。ネオジム磁石の数値は文献には 55 メガガウスエルステッドと出てきます。ところが、そんな磁石はほとんど使われていない。なぜかと言ったら温度に弱い。だから全然使われていない。

今私がやっているのは、55 メガガウスエルステッドの性能を持ちながら、(耐熱性の求められる)

電気自動車のモーターに使えるネオジム磁石の開発です。これはわかりづらいかもしれませんが、大変なことなんです。

【室山】 今、自動車は大革命時代に入っていて、EV や燃料電池車など、モーターで走る車がどんどん広がっていくと思いますが、その辺りのインパクトは、相当大きなものになるでしょう。どのくらいのインパクトになりそうですか。

【佐川】 インパクトと言うと・・・

【室山】 ここにいらっしゃるトヨタ自動車の方に聞いたほうがいいですかね(笑)。これからの社会、世界の流れのなかにちゃんと乗っかっている技術であるということですね。

あとでゆっくり話していただくとして、今はポイントだけで良いのですが、なんでこういう魔法のようなものができたのですか。

【佐川】 私が最初に磁石の研究を始めた時は、サマリウム・コバルト磁石というのがありました。サマリウムはレア・アースです。レア・アースとコバルトの組み合わせしか磁石にならないとみんな思い込んでいたんです。世界のすごい人たちが、みんなそう思い込んでいたんです。一方初心者だった私は「なぜ鉄ではいけないんですか？コバルトよりも鉄の方は安いでしょう」と考えました。鉄なら圧倒的に豊富ですし、鉄の方が磁力が大きくなる可能性があるかと勉強したら分かります。「なんで鉄とレア・アースの磁石はないのか？」と頭のなかで考えて、ずっとアイデアを練っていたんです。それである時、鉄にカーボンとかボロンとか希土類元素を入れたら良いと思いついて開発を始めました。それが今のネオジム-鉄-ボロン磁石につながりました。

【室山】 どの技術も激しい国際競争にさらされていますが、磁石の開発の観点では、日本の技術的な位置は、世界のなかではどういう状況になっているのでしょうか。

【佐川】 サマリウム・コバルト磁石の時代から、日本は世界の磁石の分野ではトップだったんです。もっと言いますと、1916年頃に本多光太郎先生が「KS鋼」を発明されて、その時からずっと磁

石の伝統があるんです。それが私のところまで続いて、ネオジム-鉄-ボロンを私が発明して日本が世界をリードしているんです。

ところが「していた」と言うことでして、ネオジム-鉄-ボロン磁石は生まれたのは日本ですが、生産量は今では中国が圧倒的に多くて 90%は中国です。中国には希土類資源もあるので、本当にじっとしていたら日本から磁石の産業がなくなるかもしれない、というぐらい心配な状態です。それに懸命に抵抗しているところです。

【室山】 いろいろなところでこのパターンは聞かれますが、日本で生まれたのに、最後に持っていかれちゃっている、なぜ、そういうふうになるのか。その辺りの日本の技術政策というか、何が足りなくてそうなっているのでしょうか。

【佐川】 中国にレア・アースの資源がいっぱいあるということです。日本は世界のいたる所から希土類をとってこなくてははいけません、ちょっと出遅れているところがありますね。

【室山】 南鳥島などからレア・アースが見つかったと聞いたことがあります、その辺りの開発と連動して総合的な目で進めていかななくてはならないですね。

【佐川】 そうですね。

スピントロニクスとは

【室山】 次に、大野先生のご研究の現状を教えてくださいたいと思います。スピントロニクス半導体、これも私は素人なので、難しい話になったらついていけないので、ポイントの説明をお願いしたいです。

(スライドを見ながら) まず、半導体を作る時の「高性能・低消費電力化」と大きく書かれているのですが、この辺りが大きな特徴ということでしょうか。

【大野】 その通りです。

普段、我々が使っている半導体にスピントロニクス技術を組み合わせると言うことであります。スピントロニクス技術というのは、磁石を基本と

して、それを電氣的に制御する技術であります。磁石の技術と半導体の技術を組み合わせると、これまで考えられなかったような高性能・低消費電力化ができる、ということです。

【室山】 事前にいただいたメモを見ますと、消費電力が100分の1とか、電気供給なしで動くとか書かれているんですが、そういう特徴があるのですか。

【大野】 はい、消費電力、特にメモリを上手に高速で使おうとすると、大変な電力が必要になります。データセンターでも電力の大部分は半導体が消費しています。それはなぜかと言うと、今使用されている半導体メモリは常に電気を供給しないと中身を忘れてしまうんですね。フラッシュメモリのように一旦保存すれば忘れないじゃないか、と思われるかもしれませんが、それはその通りなのです。そういう種類のメモリは揮発しない「不揮発性メモリ」と言います。この不揮発性メモリは、実は演算と一緒に使おうとすると遅くて、しかも電力をものすごく食う、などの制約があります。1ビットあたりの単価はすごく安い素晴らしいメモリなんですけど、演算と一緒に使おうとすると使えない種類のメモリです。



大野 英男 氏

今は、演算と一緒に使えるメモリを不揮発にして、しかも今までは記憶をずっと残そうとすると電力を消費し続ける状態だったのを、記憶をとっておくだけの時には電気を供給しなくていい、という世界を作ろうと開発しているところです。

【室山】 今、開発中という言葉が出ましたが、もうある程度世のなかには出ているのでしょうか。どの程度まで研究開発が行われていて、これからどうなるのか、研究の現在地というか、どの辺りに今来ているのかをお伝えいただけますか。

【大野】 まず、非常に大きな消費電力のあるデータセンターなどに使う半導体の実装するのは、これからです。小さな電力をさらに少なくするという意味ではすでに製品が出ています。半導体の集積回路は、たとえば最近ですと熊本に進出したTSMCや、インテル、サムスンなどグローバルファウンドが有名ですが、そのすべての会社が、このスピントロニクスメモリは作っていて、かつ一部は売り出しています。

製品になっているものがあるのかということでは、実は我々も買える製品が、もう出ています。今日私も持ってくればよかったのですが、スマートウォッチです。3万円ほどで購入可能なスマートウォッチは、実はGPSにエネルギーをすごく消費します。そこにスピントロニクスの技術を入れて、「1回の充電で7日間もつ」と宣伝しているものもあります。我々の今の社会に、あるいは我々の身近に入りつつあると言えます。

もう1点だけ付け加えると、現在主流の半導体テクノロジーをCMOSと言いますが、CMOSは省エネルギーだけれど遅かったんですね。それが最初に何に使われたかと言うと、セイコーやシチズンの電子時計、やはり腕時計だったんです。ですから（スピントロニクス半導体も）腕時計から入っているというのは、私にとって非常に象徴的だなと思います。こういうところで省エネルギーだということを示して、その後主流になっていく。CMOS技術は、今は主流中の主流の技術ですので。そういう期待を抱かせるような導入のされかたになっている、ということをお伝えしておきたいと思います。

【室山】 今後どんどんAIも出てくるし、ICT社会、IOT社会に突入していくなかで、こういう半導体の有り様というのは、今日のテーマでいきますと、カーボンニュートラルであるとか、省エネ、そし

て創エネですね、再生可能エネルギーであるとか、いわゆる創り出すところの効率化を図ることでカーボンニュートラルに迫っていくわけですが、これから気候変動や我々を取り巻いているリスクをクリアしていくために、半導体の開発はどのように役に立って、今後どうパワーを発揮していくのか、どのようにご覧になっていますか。

【大野】今の生活を不便にしてカーボンニュートラルを実現しようとするれば、非常に大きなハードルが待ち構えています。みなさん、そうしたくないからですね。ですから、今の社会をさらに便利にして、便利というだけではなくて、さらに進化させて、我々の目に見えないところで進化し、かつそこにはエネルギーが使われないという世界、社会を目指すべきで、それには半導体の省エネルギー化が非常に大きな役割を果たします。

今日は自動車メーカーの方々がいらっしゃるということですが、自動車も今は頭脳があって、半導体をたくさん使いながら車をコントロールしています。最近はどうか分かりませんが、港に置いて長時間経つと電池がアウトになって車が動かなくなるような——2週間か1ヶ月か、ご存知の方は教えていただければと思います。——そういう問題があるのは、先ほど申し上げたように半導体がエネルギーを使ってしまうからです。そのエネルギーを使わないようにすれば、いつまでも長持ちする。それは一体どういう大きな変化をもたらすか。まず社会をコントロールして省エネルギーにするには頭脳が必要で、それは半導体しかありません。社会を省エネルギーにするのに半導体に頼らざるを得ないのは、もうそれ以外の選択肢がないからです。

半導体はどこまでエネルギーを減らせるのかと言うと、省エネルギー化の大きな転換点というのは、ある一定レベルのエネルギー以下で動いてくれば、そのエネルギーを環境から取ることができるということです。たとえばWi-Fiの電波やみなさんが歩く圧力、あるいは体温など、そういうところから取れるので電池がいらなくなります。そうすると今はIoTの末端の話ですが、一番

コストがかかるのは電池の交換なんです。それがいらなくなるということで。そういう世界が到来するということを、ぜひ覚えていただいて、あと何年か経った時に本当に来たな、と感じていただければと思います。

【室山】今日は勉強になりますね、いろいろと。ちょっとジャーナリズム的な質問になりますが、日本は今まで半導体王国と言われてきましたが、今は台湾のTSMCなどの半導体の製造が圧倒的になっていて押されている。最後のチャンスということで、熊本などにも工場を建てたりしている状況ですが、国際競争という面から見た時に、このスピントロニクス半導体や大野先生の研究は、どういう位置にいてどんなふうに状況を変えていきそうなのか、その辺りはいかがですか。

【大野】半導体テクノロジーを振り返ってみると、節目節目で大きなテクノロジーの変化がこれまで起こっています。どういうところで起こったかと言うと、それまでの技術においてエネルギーの限界、もっと端的に言うと放熱の限界がくることで、より消費エネルギーの低い新たな技術に転換していったという歴史があります。スピントロニクスを使った半導体技術はエネルギーを圧倒的に減らせます。今はAI用にもものすごいエネルギーを使う半導体がたくさん売り出されているので、変曲点に来ているのだと思います。

テクノロジーの変化の時に、新しいテクノロジーが導入され、そこには従来の強かった会社と違った会社、あるいは違ったエンティティが入ってくる。そこを我々は狙うべきだと思っています。

【室山】スピントロニクス半導体の研究ではライバルはいるのですか。日本がぶっちぎり状態ですか。

【大野】半導体は日本でほとんど生産されていません。されてはいますが、外資系など、いろいろあります。ですので、半導体でぶっちぎりに勝つということは、なかなかできないと思います。ただし、賢くやることによって、日本の技術が、よく言われるチョークポイントという、そこを閉められたらたいへん困りますという技術になる可

能性があり、それを狙って我々はやっていくべきだと思います。つまり、戦略性が極めて重要であると考えています。

東北大学は、実は半導体の研究がすごく盛んで、全学で8,500平米のクリーンルームがあるのですが、つい最近まで「あなたたちはなぜ半導体の研究をまだ続けているの?」と言われていたんですね。半導体の研究成果があがっても、それを生産する日本企業はもうないじゃないか、と。(外から)買ってあげればいいとみんな分かっている。だから大学で研究する意味はないんじゃないかと言われていたんです。ところがここ数年であつという間に変わらして、我々の研究成果を産業に転換するにはどうしたらいいか知恵を集めよう、という雰囲気になりました。これは今日のテーマでもあるかもしれませんが、「大変革時代」あるいは「大不透明時代」を象徴するできごとだと思っています。

【室山】日本がなぜ半導体分野で後塵を拝したかを取材してみると、半導体は設計、製造など、いろいろな要素を通過してできてきますが、全部身内で、国内でやろうとして進めていた。対して台湾はそれを切り取って製造に特化したために一気に花開いたというふうに聞きますが、半導体を作っていくプロセスそのものは、今後どうなっていけば、日本はもう一度、かつての立場を取り戻せるとお思いでしょうか。

【大野】これはなかなか受け入れにくい面もあるかもしれませんが、まず、公的支援は絶対に必要です。日本の半導体が負け続けてきた理由には、今おっしゃられた側面と、それからやはり競争相手は国をあげて半導体産業を振興してきたということがあります。それに対して、我々は民間の話として、「まだそんなところで失敗しているのか」「まだちゃんと利益を上げられない商売をしているのか」ということを、ずっと国も周りも言い続けてきた。そういう国をあげて支援がある産業や企業と我々はどう戦っていくのか、あるいは我々の戦いをどうしていくのか、ということ、重要な産業である様々な分野においても考

えていかななくてはいけない。税金をどんどん入れれば良いという問題では、もちろんないわけですが、いかに競争力を維持し高めていくかというのは、いろいろな側面を考慮してやっていく必要があるのだということを、我々はもう学んだのではないかと考えています。

【室山】そういう知恵とモノづくりでやっていくしかない日本なのに、なんでそれができないのかと、なにかとても素朴な疑問を感じてしまうんですよね。目利きがないから、これがキー・テクノロジーだということを見抜いていないのか。何がそれを阻んでいるのか分からないのですけれど、大野先生はどう思われますか。

【大野】時代の雰囲気流された、というのでしょかね。経済安全保障という言葉が使われるようになりましてけれども、そういう視点など、多様な見方を持ったモノの考え方は、これまでなかったと思います。最初に申し上げたように、我々が今の社会がずっと続くと思うなら、経済原理だけでいろいろなことを考えるのが正解だっと思うのです。ところが経済原理だけではどうにもならない地政学的な変化が起こったときに、我々の今までの経済原理だけでドライブしてきたやり方は脆弱性があるということです。経済原理が悪いと言っているわけではないのですけれど、国として見ると脆弱性があるので、そういうところで全体をパッケージとして考えなければいけないということを、今回、改めて学んだのではないかと思います。

【室山】今回というのは、ウクライナ戦争のことですか。

【大野】今回は半導体敗戦、つまり半導体は実はずっと需要があつて、我々はいつの間にか作れなくなっている、という敗戦を意味しています。

【室山】蘇って、再び日本は前面に躍り出ますでしょうか。

【大野】戦略性をもって上手にやれば、チャンスはあると思います。これでまた「なんであんなにお金を使うのか」や「ほかから買ってあげれば、もういいじゃないか」ということになると、日本で

は無理だと思います。何年か我慢するということ、戦略性(が必要)。アメリカは日本に一度席卷されたわけですが、それを地政学的なことも含めて戦略的に挽回しました。我々は違ったやり方になると思いますが、半導体に関しては戦略性ということとは極めて重要なことだと思っています。

【室山】政府が工場を誘致するなど、国も支援しながら巻き返そうと。「最後のチャンスだ」という言葉がニュースに出ていましたが、今の政府の取り組みはどうでしょうか。十分ですか、これで良さそうでしょうか。

【大野】継続して「官民」そして「学」が一体になって人材育成も含めてやれば、それなりに世界での存在感と経済的なシェアをとることができると思います。今申し上げているのは半導体の一部です。パワーに関しての半導体もありますし、そこはまだ、日本が強いところです。ただ、中国あるいはもっと資本力のあるところとのやりとりを戦略的にやっていかなければいけないということと、あとはそれだけ重要な分野なので、日本が独り勝ちするということはないです。いかに世界と協力して日本にその分野をきちんと残し、かつ、あまりいい言い方ではないかもしれませんが、チョークポイントをいくつか抑えるということが極めて重要だと思います。

【室山】ラストクエスチョンですけれども、スピントロニクス研究と今後の開発、社会実装化について、どのような研究開発をされて、今後どんな風になっていくのでしょうか。

【大野】私は材料、つまり、デバイス、単体をずっとやってきたわけですけれども、それを集めて集積回路の実証を今しているところです。半導体の集積回路と組み合わせて実証するんですが、半導体の集積回路が日本ではできないので、たとえば TSMC と協力したり、ほかの企業のできるところと協力したりしています。進んでいる・進んでいないというのを、そういう大手の半導体会社が我々と一緒にやりたいと言ってきてくれることから判断すると、彼らから見て魅力的な技術開発が東北大学で行われているという判断がで

きるのではないかと考えています。

カーボンナノチューブとは

【室山】さて、飯島先生お待たせいたしました。カーボンナノチューブの現状をご説明いただきたいのですが、(スライドを見ながら)いろいろ楽しいことがいっぱい書かれていますね。まず、ぱっと目が行くのが、左側の「ナノサイズのチューブ状の物質である」と、これはみなさんご存知だと思います。人間が作った一番小さいチューブで炭素でできている。だから、「脱炭素化」というとおかしくて……CO₂ が良くないんですものね。重さがアルミニウムの 2 分の 1、強度が鋼鉄の 100 倍と、このあたりが特徴ということでしょうか。

【飯島】そうですね、我々が日常接する材料というのは、だいたい XYZ で四角とか三角とか、そういうものですけれど、これは丸いんですね。断面が丸いというのは、非常にめずらしい材料です。天然にはアスベストとか、一部のミネラルとか鉱石には、こういう形をした材料がありますけれど、非常に稀な材料である。しかもカーボンである。



飯島 澄男 氏

珍しいだけではなくて、カーボンナノチューブは 30 年前に出たのですが、未だにいろいろと研究がされているんですね。何がおもしろいかというと——今日はみなさんテクノロジーの方々が多いかもしれませんが、カーボンナノチューブが

出たことで、おそらく世界中で何万人のドクターが出たはずなんです。ここにちょっと Google のサイテーションがありますけれど、この論文一本で 54,000 サイテーションがあります。これはほとんどでもない数字で、それだけポピュラーだということですね。

なぜかという、カーボンナノチューブは電気も通すし、シリコンのように半導体にもなる。つまりトランジスタができる。あるいは、最近はどうだかやっていますけれど、薬としても使える。ドラッグデリバリーシステムと言って体内の癌の部分に薬を持っていく。そのキャリアとしても使われる。そんないろいろな使い方がある。しかしながら、まだお金が儲かったと、そういう話はあまり聞いていません。そういういろいろと未来や将来がありそうだというのが、人気のあるところだと思います。具体的なモノはいくつかありますが、世界を動かすようなモノはまだ出ていない、というところが現状だと思います。

それから、先ほどちょっと申しましたけれども、この材料が非常におもしろい、インパクトがあるというのは、工学の立場ではなくて基礎科学の立場から見ると、こういう 20 年 30 年 50 年あとに使えるかもしれないという、そういう希望を持てるような材料を世界に出したという、出てきたというところが、非常に意味のあることなんです。1970 年代の日本はちょうど経済が立ち上がるところで、私はアメリカにずっといましたけれど、「ジャパニーズはエコノミックアニマル」とよく言われていたんですね。要するに、半導体とか自動車で金儲けばかりしている、と。基礎研究は何をやっているんだ、全部借り物じゃないか、と。そこが私の研究のモチベーションになっているかもしれませんね。なにかバカにされているとか、手持ちの技術はないじゃないかという……。これは、カチンときましたね。そういう意味でカーボンナノチューブというのは、まさにそこどころに結び付く、非常におもしろいというか、そういう意味では大切な材料だと思うんですね。

もう少し言うと、我々の世界だとお金を追求す

るのも良いのですが、やはりこの国の文化とか歴史に残るような、そういう仕事も誰かしくちゃいけない。そういう意味では、カーボンナノチューブが日本から出てきたのは大変意義のあることではないかと私自身は自負しています。

【室山】(事前にいただいた) メモを見ますと、電気を今までのものより 1,000 倍ぐらい通すし、熱の放散がすごいので複雑な回路が作れる。これは半導体になる、ここの部分の話ですか、これは。

【飯島】はい。ここ(スライド)に X 線カメラの話が応用として出ていますが、まさしくカーボンナノチューブは銅よりも大電流を流せるので、大電流を流して電子を発生させて、それをターゲットのメタルにぶつけて X 線が出てくる。小さなもの大電流をターゲットのメタルに当てると強い X 線が出てくる。小型の X 線カメラができるので、私の元の同僚、アメリカの先生になっていますけれど、彼は小型の X 線カメラ、歯医者さんとか乳がん検出のハンディな X 線カメラにカーボンナノチューブを使っているという話を、2,3 年前に聞いたことがあります。私自身あまり追及していませんが、使われているところはあるのではないかな、と。

【室山】ちょっと素人考えかもしれませんが……。スピントロニクス半導体とこれが融合するなんてことは、あり得るのですか。

【飯島】(半導体回路の線幅は)今は 10 ナノとか 5 ナノとか、限界が今 2 ナノで、2 ナノの工場をテキサスですか、アリゾナに作るとか言っていますけど、聞くところによると 1 本の線ではなくてベルトなんですね。電流をとるためには幅を広くしなくてははいけない。ところがカーボンナノチューブは 2 ナノにすれば大電流がとれてトランジスタができる。その動きは残念ながら日本ではやっていませんけれど、中国ではやっています。私の元の同僚が北京大学でやっているし、MIT でもカーボンナノチューブのトランジスタを開発しているという情報は入っております。

NEC にいたときにスパコンとかああいう大きいコンピュータを見に行くと、水がごうごうと流れ

ているんですね。消防車がやるような、そのぐらいの冷却水を流している。それはどういうことかと言うとデバイスが大きいからですね。半導体は大野先生の専門ですけれど、2 ナノにすると（デバイスが小型化できるため、発熱量が減り）省エネになる、まさにカーボンニュートラルで。小さくすることによって省エネにもなる。

なので、カーボンナノチューブはもしかしたら、そっちのほうに使われるかもしれないという希望は大いにあります。

【室山】 大野先生、スピントロニクスとは全然関係ない話ですか、それともなにかつながりがあるのですか。

【大野】 究極のところまでいくと、飯島先生がおっしゃられた電流密度が高くとれるというのはすごく魅力なんですね。組み合わせて使うことになると思います。先ほどは説明を省略しましたが、一旦書き換えてしまうと電気は不要なので、読み出しのところだけを効率よくやればいい。ただ、書き換えるところでは若干電流が必要なんですね。小さくすると、その電流密度が上がっていくので、究極のことを考えるとカーボンナノチューブのトランジスタを我々のメモリにという形でペアを組むというのは、非常にあり得る世界だと思います。

【室山】 いいですね、それは。よく分かりませんが、なにかすごそうな感じが（笑）。

非常に面白い、それぞれのご研究をこういう風に聞いたのは私も初めてなので、非常に興奮します。

人材育成をどうするか

【室山】 次は人材育成を縦軸にしながらいろいろなご意見をいただきたいと思います。

大野先生には防災の話絡めながらお話いただければと思います。

お話をうかがっていますと、なにかこの3人の先生方は尋常じゃないなというか、すごいな。こういう人が日本に100人いたら世界を席卷する

など思うのですが。やはりこういう先生についていく後輩たちを育てて、全体としてパワーが増していくことを望みますので、産業界の人材育成、それから教育界の人材育成に切り分けてお話を聞いてみたいと思います。

まず佐川先生、産業界ですね、日本は今いろいろな課題を抱えて、元気がないところもあれば元気のあるところもあります。産業界でどういう人材がこれから求められて、どんな風にしたら、創造力のある豊かな人材が育つのか、お考えをお聞かせください。

【佐川】 その答えになるかどうか分かりませんが、カーボンニュートラルとか SDGs とか、それに対処するためにたくさん問題があるんですよね。これからの若い研究者に、解決していただきたいのですけれど。その解決する方法について、私はずっと前から考えていることがあります。

解決する方法、私の例から言いますと「希土類と鉄で磁石ができない。できるはずだ。できたらこんなに素晴らしいはずだ」とそういう問題が頭に浮かぶわけですね。それはどうしたらできるだろうか。どこを調べても載っていない。「希土類・鉄磁石を開発する」というテーマが頭に浮かんだら、それに対していろんなアイデアを出していくんですね。出して行って、そしてそれを実験してみるわけですね。実験してサンプルを作る。いろいろなアイデアでサンプルを作る。サンプルを作って評価して、ダメだったらまたやりかえる。そのやり方は普通のように聞こえるかもしれませんが、普通のやり方というのはなにか問題があったら、まず基礎にかえて、基礎をだんだんだん積み上げて、それができないかどうかということ基礎から研究していくわけです。それをボトムアップの研究としますと、私が言いたいのはトップダウンの研究。こういうことが必要だ、こういうものが必要だ、と言ったら、そのためにどうしたらいいかというアイデアをものすごく考えるのです。考えて考えて考え抜いてトップダウンですね。そしてアイデアがぱっと浮かんだらやってみる。サンプルを作る。サンプルを作って評

価して、それをグルグル回して行って成功する。それがネオジム-鉄-ボロン磁石だったのですね。

原子と原子の距離、鉄と鉄の間の距離を広げたら良いというアイデアが浮かんで、それをやるためにどうしたらいいか。ある人が言っていて研究会の時に思いついたのですが、それをやってみたということがすごいですね。ネオジム-鉄-カーボンとかボロンをやってみたのです。やってみて、そしてできた。それがネオジム-鉄-ボロン磁石だったのですね。それを私はニュークリエーションと言います。何もないところから生み出す、新しいものを生み出す、ニュークリエーション。



もう1つ大事なことはそれをモノにしないといけない。量産で社会に役に立つものにしないといけない。それは大企業でやるべきなのですね。大企業をうまく利用してこのネオジム-鉄-ボロン磁石ができたのですね。アイデアは私が富士通にいた時にできたんです。そしてそれを実行したのが大企業。富士通は「やらない」と言ったから、外に出て行ってやったらものすごく全員が協力してくれて成功したんですね。そういうニュークリエーションは個人のアイデアですね。トップダウンでアイデアを練ってニュークリエーションをやる。そしてそれを成長させるのは大企業です。だから良いアイデアが出て、これで行けそうだとサンプルができたなら、大企業を使ってやっていきましょう。そして社会に役に立つものができるんですね。そういうパターンで研究を早く成功させていきたいです。

テーマはいっぱいあります。テーマをいつも毎日考えて、自分で良いアイデアを出すようにして

ください。そしてそれにチャレンジしてニュークリエーションを起こして、そして成功したら大企業とやっていく。それがものすごくうまくいった例がネオジム-鉄-ボロン磁石ですね。それをまた他のテーマで再現していただきたいと思います。

【室山】 中小企業はどうすればいいんでしょう。

【佐川】 そうですね、中小企業というか、このニュークリエーションをやってもらうのは大学に期待しますね。そして中小企業でもかまわないのですけれど。量産化は中小企業でやったらいいと思いますね。ニュークリエーションは大企業でやってもいいと思うんですね。大企業のなかでもそういう研究をする機会を与えてあげたいんですね。そして良いアイデアが浮かんだらみんなに採用してもらってやると、そういう制度を大企業の中でも作っているのではないかと思います。

【室山】 今の大企業ではそういうことはなかなかできないということですね。

【佐川】 できないですね。

【室山】 大企業なのに。

【佐川】 できないと思います。

【室山】 しっかりしろ、と。

先生のメモのなかでおもしろいなと思ったのは、希土類と鉄を合わせて永久磁石。異質なものを組み合わせていますよね。「こんなことはできるわけないよ」と、ほかの研究者は言っていたのですか。なんで先生だけが・・・。

【佐川】 サマリウム・コバルト磁石がものすごく隆盛で、ワッとみんながやっている時代でした。その時に希土類と鉄でも磁石ができるはずだとみんな分かっているんですね。研究者はみんな分かっている。でも、誰も手をつけないんですよ。

【室山】 なんで？分かっているのに・・・。

【佐川】 なぜでしょうね。だから、そういう体質がいけない。やってみるということですね。

【室山】 なるほど。

目的を設定してニュークリエーションをしていくというのは、非常に着実なやり方ですね。さつき打ち合わせの時に「10年後のニーズ」をイメージして、そこからキックバックとか・・・。

【佐川】そうですね。若い研究者のみなさんをお願いしたいのは、そういうニュークリエーションをやってほしいのですけれど、「ニュークリエーションのテーマはニーズから探してください」と私がほかの研究会で言っていたら、「ニーズでは小さい」と。「研究のスケールとしては小さい」と。ちょっと誤解を招いたようなので言葉を変えまして「10年後のニーズを考えてください」と。10年後にはこんなものが必要になるよ、と考えて、そしてそれに向かって邁進する。10年後に何が必要か、それがテーマ。テーマを探してください。そして、それをニュークリエーションするために、いろいろなチャレンジ、なにかアイデアを出して。毎日毎日考えるのですよ。考えるということが大事ですよ。

若い人にもう一つ言いたいのは、考える時間が少なすぎますね。みんなスマホばかり見ている。とにかく考える、ものすごい考えて考えて考え抜くということが、すごく大事ですね。

【室山】打ち合わせの時に、目的を設定してトップダウンというのかキックバックしていくというやり方に対して、飯島先生は「私はそうではない」と言われましたが、ちょっとお願いします。どういうことでしょう。

【飯島】私の恩師である名城大学の上田良二先生がよく言われたのは、目的のある研究ではなくて目的のない（研究）と言うか……。目的のための研究ではなくて、何がなんだか何が来るか分からないという目的で研究する。基礎研究の研究者はそういう先生が多いかもしれませんが、テクノロジーの分野ではやはりターゲットを設定してそれに立ち向かわないと、スピードがないと競争に負ける。一方で対照的にあるのが、目的のない研究でカーボンナノチューブもそうですけれども、なにかやっていたら見つかった、というのも、おもしろければいいんですね。ですから、そういう研究スタイルもあるかな、と。そういうのが結構多いんですね。ノーベル賞の研究というのはほとんど目的設定の研究ではなくて、なにか違うことをやっている間にもっと素晴らしいものがで

きた、そういうセレンディピティアスな研究が、多分7割方そういう研究で成果が上がったということが調べると分かります。

【室山】そうすると飯島先生は強くて軽い物質であるカーボンナノチューブを作ってやろうと思っただけではなくて、知的好奇心に導かれてそこまでいった？

【飯島】そうですね。ただ、その時に丸腰では戦えない。完全武装して十分に用意をして立ち向かわないと跳ね飛ばされるので。

私は電子顕微鏡が専門ですが、電子顕微鏡の技術を徹底的に身に付けて、それでアメリカに乗り込んだのです。そうするともうトップランナーですね。

ですから、若い人は特に自分の分野に進む時に、自分で得意な技というか技術を、なんでもいいのですけれど、とにかく1つ持って挑む。その準備がないとなかなかトップの研究者にはなれない。カーボンナノチューブは直径1ナノメートルで、普通の肉眼ではもちろん見えないし、普通の顕微鏡でも見えない。たまたま私は超高分解能の電子顕微鏡でいろいろ細かいものをずっと見ていました。そういう意味でそういう準備があったのでたまたま見つかった。そういう意味ではまったくの偶然ではない。よくプリペアドしたマインドがあったのかもしれません。

【室山】大野先生、今聞いていて、目的を設定して実現していくのと知的好奇心に導かれて行くのとベクトルの方向が違うのですけれども、お2人とも大きな仕事につながられた。この2つのベクトルの違いをどうまとめればいいのか、ちょっと解説してください（笑）。

【大野】まとめるというよりは良い大学の良い研究のスペクトルというのは両方がないといけないと思うのです。役に立つという軸もありますし、発見する、深く理解するという軸があって、どちらも尊いし深いんですね。この2つの軸、役に立つだけでも役に立たないことだけを自分の興味でやるのと、そのどちらでもちょっと物足りなくて、両方が良い関係で大学にあるというのがとて

も重要なことだと思います。

私自身は、(スライドの) 経緯のところには分かりにくく書いてあるのですが、スピントロニクスの研究は好奇心で入りました。ですので、なにかしようというよりは、なにか面白いことがあるかもしれないと思って入ったんですね。物質を変えたりいろいろやっていて、これをやると集積回路の世界に革命が起こせるかもしれないということで、最後はデバイスとして、みなさんがいま使っているモノのプロトタイプを一番最初に作ったのです。

その時には実はすごく簡単なことをやってみました。スピントロニクスのデバイス、金属層とコバルト鉄なんですけれど、コバルト鉄であったり絶縁層だったりミルフィーユのような状態になっている。そこでこういうことをしたかったのです。磁石というのは普通の薄膜で作りますと NS の向きが面内に入ってしまうのです。それで、薄膜だけでも面に垂直にすると高性能になるということが分かっていたのです、理屈のうえで。でも、なかなかできなかった。たくさんの条件を満足しないといけないので、ただ単に垂直になればいいというのではなくて。それで、当時「横のものを縦にできないのか」と。若い方はあまり知らないんですよ、この慣用句を。「あの人は縦のものを横にしない」とか「横のものを縦にしない」とか言われる。それは誉め言葉ではなくて、すごく簡単なことすらやらない、という意味なのです。でも、横のものを縦にするということは、実はそんなに簡単ではない。ところがみんなが使っている材料である部分の厚さを変えていくと、横からギリギリのところまで縦になる。薄すぎると磁石の性質が失われてしまうので、このギリギリのところがあるということを、我々は発見したのです。それが今使われている。ですから、「一番大切なポイントはなんですか」と聞かれたら、「薄くしたところですよ」と言うだけで、あまりインパクトはないですよ。でもそこを見つけるのがすごく大事だったのです。

世界中で使われている材料でしたから、ほかの

アメリカの研究室、台湾の研究室なども、実は垂直になるということは見えていたと後から言うのです。でも大学院生が「先生、これ垂直になりました」と言ったら、「そんなことはあるはずないから、もう一度ちゃんと実験したら」と言っちゃったんだよね、というのがいくつかの研究室です。

我々はいつ——これは、いまお話になられたこととつながると思うのですが、いつ何に出くわすか分からないから、ちゃんと目を開けて、その見えたものをちゃんと理解するというのがすごく大事だなと。それは我々じゃなくても学生諸君が見ている可能性がありますし、いろいろなところがあるので、それをきちんとモノにするというのは極めて重要だなと思います。

【室山】 お3人とも共通点は「見逃さない」ということですね。見逃してないですね。

【飯島】 みなさんにちょっとテストしますね、いいですか。大野先生、好奇心から大発見がきた。みなさんの好奇心の具合をテストします。いいですか。

【室山】 まず、みなさんにモノを見せたほうがいいですね。

【飯島】 ここにカーボンナノチューブがあります。本物です。これは市販の懐中電灯です。フラッシュライトです。LED ですけど。これに光を当てます。<音が出る>



【室山】 聞こえました？

【飯島】 さて、好奇心わきました？ (会場笑)

なぜだろう？ 光を当てると音が出る。カーボンナノチューブに光を当てると音が出る。さて、考

えてください。ここに諸々サイエンス、テクノロジーのおもしろさがあるんですね。

これで今、好奇心のない人はやめてください、エンジニアやめてください。(会場笑) ということで、やはり何が起こるか分からない。

これは、実は一昨年の12月に名城大学の卒業生で私のところでドクターをとった研究者が、「先生、これに光を当てると音が出ますよ」と言って飛び込んできたのです。それでいろいろ調べたら「そういうことか」ということが分かった。彼はそういう好奇心が非常にあって、いろいろなところにアンテナを持っていて、そういうことを見つけてきた。

これが多分サイエンス、エンジニアリングの現場だと思うのですね。新しいものを生み出すという。そのところは非常に重要。教科書に書いてあることばかりが知識ではなくて、そういう体験から得るものが非常に多いと思いますね。

ちなみにシドニー・ブレナーという生物学者がいます。ノーベル賞をとって一昨年亡くなりましたけど。沖縄の大学の学長をやっていました。彼が、ディスカバリーというのは新しいテクニックによる。その次にくるのが新しい発見による。3番目にくるのが新しいアイデアによる。彼が言うにはその順番で新しいものが見つかるのではないかと。彼がどこかでそういう風にも書いているのを見ました。

私にあてはめてみると電子顕微鏡の技術があって、それから発見があって、それからアイデア、そういう順で新しいものが出てくるのではないかと彼は言っています。

【室山】 それでさっき、どうやって音が出たんですか？(会場笑)

【飯島】 それは皆さん考えてください。(会場笑)

【室山】 音が出ていた。その先はどうなるのですか。なにかいいことがあるのですか。

【飯島】 これはカーボンナノチューブですが、ダイヤモンドの粉でもシリコンの粉でもいいのです。ナノ・クリスタルならいいんです。いろいろ調べた結果、ダイヤモンドの粉を市販で買いまし

た。0.2 μ から24~25 μ のいろいろなサイズのダイヤモンドの粉を用意して、同じ分量だけ並べて光をパッパと当てていく。それで音を聞いていく。そうすると一番小さいのが一番でっかい音が出るんですね。大きくなると出なくなる。ということは、光を当てるとダイヤモンドのサイズが測定できる。光でナノサイズ、ナノ物質の直径が分かる、大きさが分かる。同じようにナノ物質を同じ材料で重さを変える、質量を変えると、また音の大きさが変わってくるのですね。ということは光を当てて音を聞いて重さが測定できる。2つ特許になるはずですけど(笑)。そういう応用が直ちに出てきます。

これは表面の現象なので、表面でどういう風にして音が出ているかと言うと、空気の分子がナノチューブに当たって、光のエネルギーがナノチューブに吸収されて温度が上がります。この光(懐中電灯)はパルスになっていて、ついたり消えたりしているんですね。つくたびに温められて、次の瞬間切れるので冷める。温め、冷める、温め、冷める——つまり温めると空気の分子の動きが大きくなるので圧力が上がる。消えると下がる。圧力の高低ができる。それはまさしく音です。音というのは縦波。知っていますよね。それがここで起こっているのですね。

【室山】 なるほど。

【飯島】 それが解答です。この話は、話すと30分ぐらいかかります。(会場笑)

アメリカのベル研の創始者グラハム・ベルがこの現象を発見して、立派な論文を1881年に書いているんですね。それからみなさん、チンダル現象って知ってます？ブラウン運動の発見者、イギリスの物理学者のチンダルが、今説明したような、ガスが温められたり冷まされたりして圧力ができて音が出ているんだと、そういう論文をロイヤル・ソサエティにちゃんと報告しているのです。1881年トーマス・エジソンがちょうどそこらで戦っていた時ですね、そういう時代の話で。これが150年後にナノ材料でもう一度見つかった。それが去年の話でした。

【室山】ありがとうございます。

【飯島】サイエンス、なかなかおもしろいんですよ。

【室山】止まりませんね。



飯島先生のスライドを出していただけますか。

大野先生にうかがいます。これからの大学の人材育成のあり方についてですが、飯島先生のこの顔ですね、これは僕はもう本当に大好きですね。（会場笑）少年のような。

大野先生、こういう顔をした学生がもっと増えたほうがいいんじゃないですか。

【大野】はい、まったくその通りだと思います。

先ほど申し上げましたように、大学の研究には役に立つ、あるいは考えを深める、新しい発見をする、いくつかの軸があります。それらを組み合わせる、あるいはそれらを1人ずつが「私はこれをやろう」「これを深めよう」ということでやっていただく総体が良い大学の良い研究になるんだと思います。

先ほどちらっと室山さんから災害科学という話がありました。名城大学と私ども東北大学と一緒にやらせていただいているのが災害科学の研究です。スピントロニクス関連で言うと、我々は東日本大震災の時に、少なくとも一般の人がかなり困ったのは充電が切れる。かつ8時間しか基地局が持ちませんでしたので、電波がなくなって連絡が取れなくなる。省エネがすごく大事だ、というお話をしておきたいと思います。省エネと災害科学、災害にどう我々が対処していくか、ということは関係しています。

一方で、社会を変えて、あるいは世界を動かして、我々がもっとレジリエントな社会を作ろうとした時に、何が必要かということも大学を含めて

考えていかなければいけないと思っています。

日本で住む以上、4つのプレートがきしんでいるところでは必ず地震が起きます。ですから我々は、その必ず起きることに、いつ起きるか分かりませんが、備えておかなければいけない。あるいは、備える社会を作っておかなければいけない。その社会の作り方は世界の様々な国々に参考になるはずなんです。ですので、それを世界にも発信していく。災害科学を極めると、そこで得た知見は世界の枠組み作りに役立てなければいけない。幸いにして日本では仙台防災枠組みという形で——その前は兵庫防災枠組みだったのですけれど、世界の防災枠組みの発信地になっています。世界の三大アジェンダが2015年にできて、1つが仙台防災枠組み、もう1つがSDGs、もう1つがパリ協定です。重なるところはたくさんあるわけですから。

何が言いたいかというと、世界を相手にした枠組み作りというのは、これから日本の大学は意識していかなければいけない。

ルール作りというのはとても重要で、オリンピックで日本が勝ち続けるとルールが変わる競技があったことがご記憶にあるかもしれませんが、カーボンニュートラルと言ってもいろいろな道があります。到達点はカーボンニュートラルとしても、いろいろなパスを通ることができて、そのパスが、こうでなくてはいけないというのは、ルールを作るところで、そこにその国の産業の利害得失も反映した形で、世界のルールは今作られているわけです。そのルールを作るところにも、大学が関与するという意味で、いま我々は災害科学をやっているのですけれど、そこには学生諸君にぜひ参加してもらいたいと思います。

今キュリオシティ・ドリブンの話、あるいはテクノロジーという軸、さらにそれらを枠組みとして世界にルールを発信していくという役割も含めて、これから大学が果たしていかなければいけない——大学だけではありませんけれど、大学が果たしていかなければいけない役割は、非常に重要になっているなと思っています。



Q & A

【室山】 ここでQ&Aに入りたいと思います。

質問がある方は手を挙げて、マイクが行きますので質問を受けます。質問のある方、どうぞ。

国際会議の優れた名司会者は、「インド人を黙らせ、日本人を喋らせることだ」と言っております。(会場笑) 質問をしないと何も答えません。どうぞ質問してください。私の会社はどうしたらいいでしょうか、でもいいです。どうぞお願いいたします。

なければ呼び水で……。事前に来ているクエスチョンで、「変革するなかで変わらないもの、変わるべきところと変わらないところ。何を变えずにいて何を变えるべきか」という質問が来てるんですけど、どなたでも結構です。抽象的な質問ですが、なにかピピッとすることがあれば、どうぞ。お3人の方、どなたでも。いろいろ変革していくけれど、変わっちゃいけないことってなんですか、みたいな。

【佐川】 その答えになっているかどうか分かりません。私が言いたかったことを無理矢理言いますと、大きな研究予算が出て、研究グループを「選択と集中」で選びますよね。そういう選び方では、そういう研究では、ニュークリエーションはできないということを言いたいですね。選択と集中と言う、良いテーマを出して、そして良いアイデアを出してやっていくという、それではニュークリエーションはできないですね。だから、筋道が全

部分かったものにしかお金を出さないんですよ。これは多分成功するでしょう、という筋道があるものではニュークリエーションはできないですね。だから、そういうのは無駄ですよ、ということを私は言いたい。大きな予算を出して「この研究ができる人は手を挙げて」とかってやってもらっている。それでは、ニュークリエーション的研究はできないですね。それぞれの人が目的、これが大事だというのをやり方と一緒に見つけてそれをやっていく。数をたくさんやるというのが、成功。

【室山】 会社の偉い人に「こんなのをやっているんだ」という時に、「それをやってどうなるの？」と聞かれたら答えがないでしょう。それをどうやって説得していくのですか。俺を信じろ、みたいな？

【佐川】 会社の偉い人が言うのはグロース的研究ですから、それはできます。やり方はそんなに難しくないので、できますよ。でも10年後のニーズとか、そういうものをどうやってやるのかというのは、すぐにアイデアは出てこないんです。だからそれも一緒に考えてやっていく。それをみんなに考えてもらいたい。たくさんの方が考えて、そのなかからアイデアを出した人ができる実験とか、研究できるようなシステムがほしいな、と思います。

【室山】 佐川先生が言うから「なにかなるだろう」と偉い人はOKするんですかね。

【佐川】 はい。(会場笑)

【室山】 飯島先生、なにかありますか？ 今のことで。

【飯島】 私がアメリカにいた時に、ケンブリッジ大学の偉い先生が来て——電子顕微鏡の話ですけど、「お前のやっていることはオリエンタルペーシェントか」と言ったんですよ。要するにアジア人は日本人を含めて、いろいろ耐えている。電子顕微鏡は真っ暗なところでグルグルやっているんで、それはきっと白人にはできないのかもしれない。オリエンタルペーシェントは非常に良いことですね。だけど、悪いところは、それは表に出して宣伝するとか、——奥ゆかしいかどうか

知りませんけれども、そこらが足りない。グローバルな時代には、やはりできたモノを、出ていって大いに宣伝するという、アグレッシブなところがないのか、ちょっと足りないかなという感じがしています。

【室山】ほかの質問で、「もし2023年現在、先生が大学生であれば、どんな勉強をされますか」——大野先生、いきましょうか。今は総長として偉くなられましたが、今学生になりました。何の研究をされますか？

【大野】いい質問ですね(笑)。どういう風に答えていいのか……。分野で言うと私は今だったらバイオをやってみたいと思います。

私はずっと個体物理、凝縮系の物理学から材料、そして電子デバイスとききましたので、ちょっと傲慢な言い方に聞こえるかもしれませんが、だいたいそこは分かったというか、分かったようなつもりになっているので、今度は分からないバイオをやって貢献できたらいいなと思います。変な言い方をしますが、研究費を申請する時になぜやっているのかを書かなければいけないんですね。スピントロニクスと言うと、まず「スピン」から説明をしなくちゃいけなくて、「それはなんですか」というところからなんですね。ところが生命の原理を研究すると言うと「分かりました」と言ってくれるので、なんかすごいじゃないですか。そういう研究をしてみたいと思います。

【室山】同じ質問をいきましょうか。佐川先生、今大学生になりました。何の勉強をされますか？

【佐川】大学生というか、大学院の時を思い出すのですが、私はあまりいい論文が書けなくて、ドクターコースまでいって、なんとかドクターをとったのですが、4年かかってドクターをとったのです。でも、とにかく良い研究ができなかったんですね。その論文もどこかのジャーナルに出すこともできなかった。なんでできなかったのかなあと。それで富士通に行つてがんばったのですけれど。

なぜできなかったのかなあと考えると、やはり人の真似をしていましたね。偉い人がこんな発表を

したといたら、ワットとそれを一生懸命勉強して、人の真似ばかりしてましたね。それがいけなかったですね。やはり勉強することは大事ですよ。勉強は絶対にしないといけない。基礎的な、特に材料の場合はね。量子力学とか、難しいですけど、絶対に勉強しなければいけない。そういうのをして、人の真似をしないで自分で考える。自分で考えた研究をなんとかやれば、もうちょっと大学の時もなんかできたかなあ、と。自分で一生懸命考えてやる。私は富士通に入ってそれをやったのです。うまく転換できて今のネオジム磁石の発明につながったのです。大学の時に勉強を一生懸命して、そして自分で考えてアイデアを考えてやる、というのを、やはりやってほしい。

もう1つ。私は後悔したのですが、大学院の時は先生の言われるものを黙ってやっておればよかったなあ、というのがありますね。そして大学に就職して、あるいは会社に就職してから、自分のアイデアの研究をしても良いと思います。大学院の時は先生の言うテーマを一生懸命やる、そして勉強するということが良かったかなと思います。

【室山】佐川先生のメモには、大学時代にいろいろことをやったことが、逆に良かったかなと書いてありますけれど、そういうことですかね。

【佐川】そうですね、そういうものも活着しているかもしれません。勉強したというのは、私はいろいろな分野の研究室に行つて勉強したのです。それが非常に良かったと思いますね。

【室山】同じ質問です。飯島先生、大学生になりました。何を研究されますか？

【飯島】ここに引っぱってきたのですが、
“Imagination is more important than knowledge. Knowledge is limited. Imagination encircles the world.” 「知識より想像力が大切だ、知識は限られる」ということなんです。これは名城大学にもあるのです。
「モノは限界です。チキンラーメンやカップヌードルはいずれ飽きられるかもしれない。しかし、創造には限界がありません。新しいもの、独

自のものを作れば商売になります。食の仕事は無限です」——安藤百福という名城大学を作った人です。カップヌードルの社長さん——こう言われたんですね。これは、アインシュタインのさっきの言葉と全く同じじゃないですか。

“Imagination is more important than knowledge. Knowledge is limited. Imagination encircles the world.”

私はこれが好きなんです。なので、若い人にはイマジネーション、想像力をもって未来を切り拓いてもらいたいですね。

【室山】なるほど。今の話が良い話なのでこのまま終われば良いのですが、ジャーナリストなもので、ひねくれていまして、大野先生に質問です。

この前、AIのチャットGPTというのがおもしろくて毎晩やっていて、今日のニュースを見ていると、チャットGPTの4が出たと。べらぼうにすごいとかいうウワサがあって。どんどんどんどんAIが進化して行って、人間の精神活動に近いことがどんどんできていく。今飯島先生が言われた人間のイマジネーション、一番人間的な精神作用ですね、それとAIがここまでどんどんどんどん進化するなかで、人間の勝負球はなにかということになっていくのですが。

半導体を（研究）されている立場でお答えいただきたいのですが、どういう学生を育てていけば良いのか、ご意見をまとめの意味でお願いします。

【大野】それがまとめになるんですけど。 (会場笑)

今のAIは組み合わせのもっともらしさで、みなさまに解らしきものを出しているわけです。我々は組み合わせのもっともらしさ以上のことをやっていると思うのです。つまりAIのインプットは我々を超えた莫大なもので、それを解析して——チャットGPTを使ってみましたが、まあもっともらしいことは出てきますけれど、結構データラメも言ってくれるんですね。

トレーニングされた科学者、あるいは一般の人たちの思考までは、まだと言っていいかどうかははっきりしませんけれど、できてないと思います。

ですので、我々が今取るべきというか、取る態度の1つは上手に付き合おうと。そういうツールがあるから、それをうまく使いこなすためにはどうすればいいのか、ということを考えよう。特にロボット、AIなどに置き換えられようとしているとおそろしげに語られますけれど、我々は少子化の世界にいるので、それを上手に使えば良いじゃないかと、そういう態度でいるのが一番健全かなと、私自身は思っています。

【室山】やはり人間のイマジネーションとか獨創性とかいうのは最後まで失われず、AIがどんなに進化しようが我々の勝負球であると、こういう理解をして良いですか。

【大野】それはまだ証明されていないので、言い切ることはできないと思いますが、そういう風に考えて毎日過ごすのが健全かなと思います。

次世代へのメッセージ

【室山】ずっと聞いていたくて、本にすれば良いんじゃないかというぐらいおもしろい話がいっぱい出ているのですけれど。

最後に1人2~3分ずつまとめを言っていたきたいと思います。次世代へのメッセージですね。あとに続く後輩たちに対するメッセージを一言ずついただきたいと思います。

まず、佐川先生からお願いします。

【佐川】次世代の、これから研究者になってほしいんですけど、若い人に言いたいことは、非常に平凡ですけど、基礎的な勉強を一生懸命してください。それからニュークリエーション的研究ができる体質になっていただきたいと思います。ニュークリエーション的研究と言うのは、自分自身もそうですけれども、やはり組織全体がそれを許すようにしていただかないといけないので、そういうチャレンジをできるような体制に組織がなったらいいなと思います。

【室山】ありがとうございます。

飯島先生、次世代へのメッセージ。

【飯島】ええと・・・何を言おうとしたんだっけ・・・。

【室山】 さっきイメージーションが重要だという話をされて、その溢れる気持ちを・・・。

【飯島】 イメージーションがなくなっちゃったかな。(会場笑)

若い人はとにかく自分の一番得意な分野に進んでください、ということですね。

私は NEC の基礎研究所にいましたけれども、立派な優秀なヤツがゴロゴロいるんですね。ところが彼らが全部良い仕事をしたかと言うと、はなはだ疑問なんですね。1つの理由は多分自分の一番好きなところに配属されなかったと思うんですね。ですから、偉い先生方も含めて、適材適所というか、やはりそれぞれの一番得意とするところに配属するとか、あるいは大学生であれば自分で一番得意な分野に進む。そして、もしダメだったらまた違うところに行く。私自身の経験を言っているんですけど(笑)。フレキシブルに行き先を選んだらいいんじゃないかなと、私の体験を含めて紹介します。

【室山】 ありがとうございます。

大野先生、お願いいたします。

【大野】 飯島先生と驚くほど似ているのですけれども。特に大学生、あるいはこれから大学に入ろうとしている人たちは、ぜひ自分のやりたいことを見つけてほしいし、自分のやりたいことがあるのだったら、それをぜひ追究してほしいと思います。それは「好きこそものの上手なれ」ということで。いろいろな業界条件があるので、必ずしもそれをずっと続けられるというわけではないかもしれませんが、やはりそれを追究したということが人生の糧になりますし、みなさんの自信になると思います。

もう少しシニアと言うか、大学を卒業して今働いておられる方々も含めて申し上げますと、グローバルな視点と言うのは、先ほど申し上げた意味でも、とても重要です。日本のなかだけで完結しようと思ってもうまくいかないことが、元々日本の赤字の9割以上はエネルギーの輸入に払っているお金ですから、孤立して存在できる国ではありません。そういう意味で、グローバルという視点が

非常に重要だと思います。あとは、国内外を通してどういう仕組みを作ればいいのかということも、それはモノづくりが基本に、一番強いところに一モノなしの仕組みづくりというのはあり得ないので、モノづくりというのが基本にある、それができているとすると、あとは仕組みをどう作ればいいのか。それによって、みなさんが幸せになる、あるいは天下の回りもののお金がどういう風に回って、我々の社会がより良くなっていくのかということ、ぜひ少しずつでも考えられるようになってくると、私たちの社会は何年後かにはとても良いものになっていると思いますので、ちょっとそういうことを心がけて考えてみていただければと思います。以上です。

【室山】 ありがとうございます。

今日、司会をさせていただいてとても幸せだったと言うか・・・。この3名が化学反応を起こしながら話していく現場というのは、なかなか見ることができないですよ。とてもおもしろかったです。本に書かれていることよりも、生の声でお話されていることが、すごい心を触発するというか、そういう感じがしました。

良く言う言葉で「鳥の目、虫の目、魚の目」とありますけれど、鳥の目は全体を鳥瞰する目で、虫の目はミクロの目で、魚の目は流れを読む目だと。そういう複眼をみなさんお持ちで、そこで起きている現象を見逃していないというか、その洞察力のすごさというのが、多分ほかの方と違うところであろうと思います。そういうやり方を、我々は——私は一般人でございますが、少しでも学んでいければ良いなと思います。それで今のようクリエティブな方々がうまく機能して、社会全体が変質していけるように、大変革時代を乗り越えていけるようになればいいなあと。その意味でも、ここに経済産業省とか国の方がおられたらもっとよかったなど、聞いてほしかったと思うぐらいのことでございます。

今日は、どうもありがとうございます。

先生方に大きな拍手をお願いいたします。(拍手)

閉会あいさつ

東北大学 理事・副学長 佐々木 啓一 様



本日は、名城大学と東北大学との共催シンポジウムにご参加いただきまして、誠にありがとうございます。ありがとうございました。

みなさん、いかがでしたでしょうか、本日のシンポジウム。私もすごい興奮してしまって、本当はこうやって原稿を用意しているのですが、ここから外れて勝手に話していきたいな、なんて思ってしまったところでした。

今日は、一応は「大変革時代を生き残るモノづくり、ヒトづくり」というタイトルで、『実学』というところに焦点を置いてお話すると打ち合わせ等いろいろと行われておったわけですが、今日の台本を私も見ていたのですが、本当にそれを超えて非常に広い範囲で、しかしながら、日本の将来のためのモノづくりヒトづくりというところにきちっと焦点が当たってお話されていました。世界の権威である飯島先生、佐川先生、そして大野総長からの話があって、それをファシリテーターの室山さんがうまくずっと引っばってくれたというのが、このシンポジウムでございました。

本当になかなか聞けない話だったのではないかなと思います。私は東北大学出身なんですけど、私にとっては、東北大学ご出身である飯島先生と佐川先生、そして現総長の先生が、3人でこういうお話をしていることを非常に誇らしく思いましたし、我々あとに続く者も頑張っていかな

くてはいけないと思っていたところです。

飯島先生が理学研究科出身、佐川先生が工学出身で、まさにそういうところでのお話になってくるわけですが、それでもやはり、大野先生がおっしゃられたように、一緒のベクトルを向いているという関係にあるわけですね。みなさんが目的意識をしっかりと持って、こういう研究に取り組んでおられたということが、はっきりとわかったと思います。

本日のお話は、ご参加の企業の方々、また学生の方々を含めて、みなさんに非常に良い刺激を与えたのではないかなと思っています。

最後に、この企画をしていただきました名城大学の立花理事長、そして小原学長、関係者の皆さまに、この場を借りてお礼申し上げます。

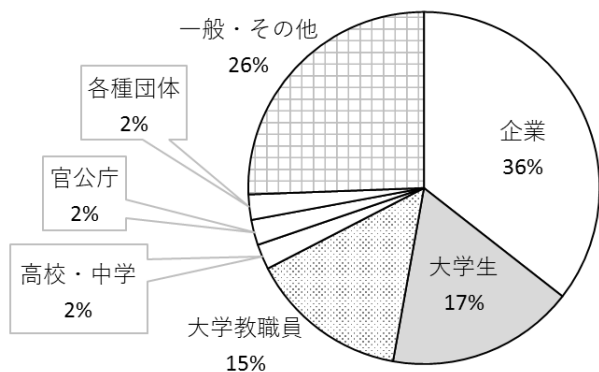
本日は、まことにありがとうございました。(拍手)

今回のシンポジウムの
内容は動画でもご覧
いただけます。



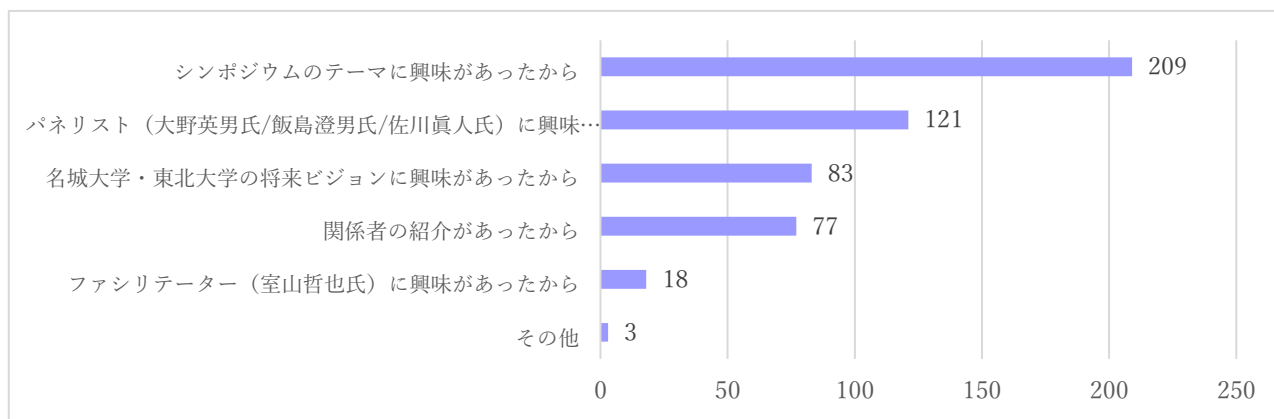
DATA & IMPRESSIONS

【事前申込者内訳】

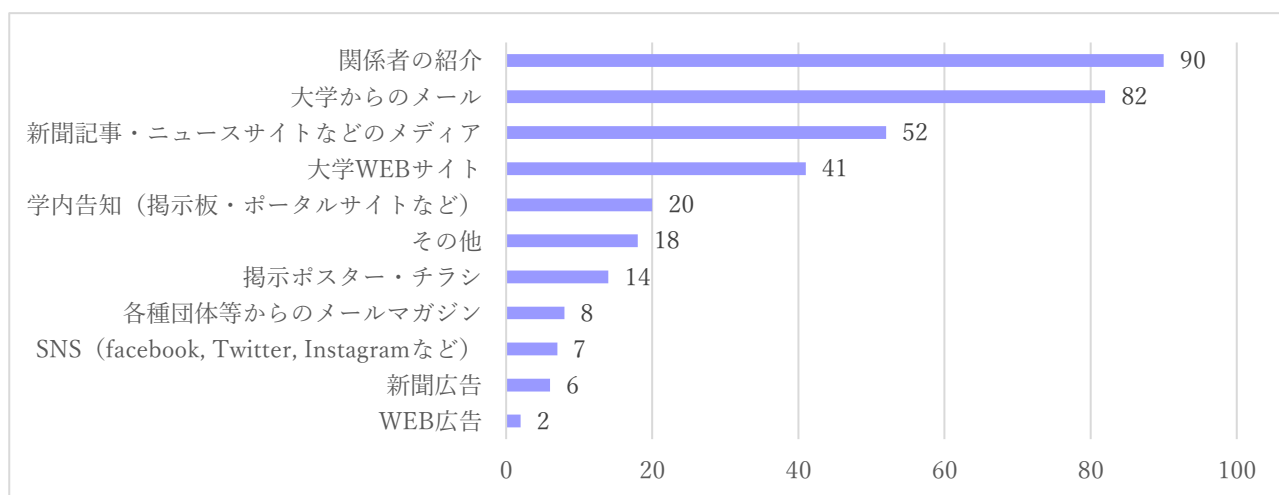


【アンケート結果から】

なぜ、本シンポジウムに参加しようと思いましたか（複数回答可）

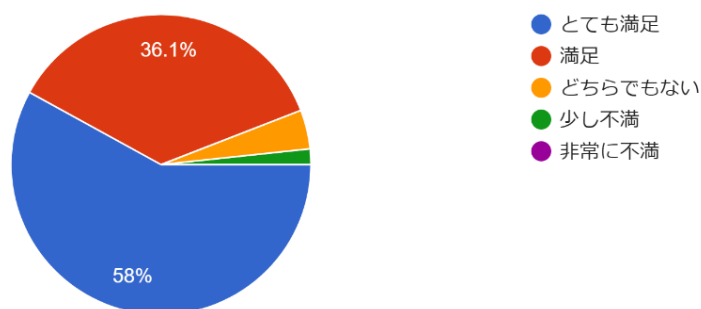


本シンポジウムをどこで知りましたか（複数回答可）



本日のシンポジウムについてお聞かせください

119件の回答



【参加者の声】 大変多く寄せられた感想のなかから、一部をご紹介します。

非常に楽しくコーディネーターと先生方とのやり取りを聞かせていただき、こだわりを持って取り組むことを後押しされた気持ちになりました。

知的好奇心が新たなものを生み出す原動力であり、しがらみに捕らわれない環境を整備して行きたいと感じました。また、適材適所が人を伸ばす。いいところを伸ばす！モチベーション向上による相乗効果も考えて行きたいと思います。

好奇心が重要であり、そのためには好きな、得意な道に進む・進ませるべし。基礎を勉強し、負けないものを持つべし。

世界トップの御三方の発言がそれぞれに特徴が有り、文系の私でもシンポジウムを楽しむ事が出来ました。研究者の地道な日々の努力が、ほんの偶然の出会いから新たな発見があるのだという事がよく分かりました。

ネオジム磁石・カーボンナノチューブ・スピントロニクスどれも高度な技術ですが、成り立ちから応用まですとんと腹に落ちて理解できたと思えました。将来に残る成果をあげられた方の話を聞く機会は大変有意義でした、自分も何か追求したいことを見つけてやっつけていこうと決めました。

世界トップの研究者の方たちのお話でしたが、非常にユニークでありながら、わかりやすく、我々でも心掛けるべき考えを教えていただいたこと。

世界トップの研究者の研究に対する姿勢（挑戦）とその情熱に圧倒されました。また、日本のモノづくり技術への期待、未来への希望を強く感じました。

農学部ですが、とてもためになりました。近年、理系の人材を増やすということを聞きますが、その中にきっと農学部は入っていないのだろうと感じることが多いです。時代はやはり工学部なのかと思わずにはいられません。しかし、農学部で学んでいると、農学は結構範囲が広いのではないかと感じています。農学部＝農業や大根をイメージする人が今でもいますが、微生物や土、植物、動物、ランドスケープ、有機化学、無機化学、環境など幅広く学びます。農学×テクノロジーなどのプログラムが今後あればぜひ聞きたいです。

最後の皆さんの次世代へのメッセージがシンプルかつエッセンシャルでとても良かったです。



名城大学 学術研究支援センター

〒468-8502 名古屋市天白区塩釜口一丁目 501 番地

TEL : 052-838-2036 E-mail : sangaku@ccml.meijo-u.ac.jp

名城大学 産学官連携・研究支援サイト (MRCS)

