

GMSI Newsletter

Global Center of Excellence for Mechanical Systems Innovation

Vol. **8**
March 2011

contents

Conversation / 巻頭対談

01 Nanotechnology opens up new possibilities in 21st century hardware

Japan's role in supporting nanotechnology

Sunao Ishihara & Kiyoshi Takamasu

ナノテクノロジーが21世紀のハードウェアを切り拓く

ナノテクを支える日本の役割

石原 直 & 高増 潔

Young researchers shouldering the future / 未来を担う若手研究者

09 Structure formation dynamics of low molecular weight organic semiconducting molecules during solution evaporation

塗布乾燥過程における低分子有機半導体の構造体形成と薄膜の電気特性

10 Prediction of fatigue crack location in aluminum die cast

アルミダイカスト材の疲労き裂位置の予測

Activity report / 活動報告

08 International Internship

国際インターンシップ

11 Domestic Internship

国内インターンシップ

12 GMSI Project-Based Learning (PBL)

プロジェクト・ベースド・ラーニング (PBL)

13 The 3rd GMSI International Symposium

第3回 GMSI 国際シンポジウム

14 Activity Report for Second Half of 2010 Academic Year (October 2010 to March 2011)

活動報告 下半期活動記録 (2010 年 10 月 ~ 2011 年 3 月)

Conversation

Nanotechnology opens up new possibilities in 21st century hardware

Japan's role in supporting nanotechnology

Prof. Sunao Ishihara

Prof. Kiyoshi Takamasu

巻頭対談

ナノテクノロジーが21世紀ハードウェアを切り拓く

ナノテクを支える日本の役割

石原 直 教授 大学院工学系研究科 機械工学専攻

高増 潔 教授 大学院工学系研究科 精密機械工学専攻

After the White House released the NNI (National Nanotechnology Initiative) strategic plan in 2000, many countries including Japan and Europe began investing a great deal of money in nanotechnology R&D. Despite its superiority in nano-devices and nano-manufacturing, Japan's top position is being increasingly challenged by other countries. How did this happen and what is Japan's role in promoting nanotechnology to create new materials, devices and systems for the 21st century? We interviewed Professor Ishihara, who works in nano-mechanics research, and Professor Takamasu, who is engaged in nano-measurement research and asked about the current situation and future vision of nanotechnology.

2000年の米・NNI（国家ナノテクノロジー推進戦略）政策に関するクリントン大統領演説以降、欧米を中心にナノテクノロジーに莫大な予算が投入され、研究開発が活発化してきた。日本はナノ加工・ナノデバイスを得意とするにもかかわらず、徐々に追いつき追い越されつつあるのはなぜか。21世紀のモノづくりを支えるナノテクにおける日本の役割とは？ ナノメカニクス研究の石原直教授と、モノづくりに欠かせないナノ計測に携わる高増潔教授に、ナノテクの現状と展望を伺った。



Sunao Ishihara

Professor Ishihara received BE, ME and PhD degrees in precision engineering from the University of Tokyo in 1971, 1973 and 1992, respectively. He started working at the Musashino Electrical Communications Laboratories of Nippon Telegraph and Telephone Public Corporation (currently Nippon Telegraph and Telephone Corporation, NTT) and engaged in research on lithography technology. In 1981-82, he spent one year at the Massachusetts Institute of Technology (MIT) as a visiting scientist. He also served as Director of the NTT Fabrication Technology Research Laboratories, Director of NTT Engineering Planning Laboratories, and Director-General of NTT Basic Research Laboratories where he directed basic research on nano science and technology. After serving as manager/chief engineer of the NTT Advanced Technology Corp., he was appointed as a professor at the University of Tokyo in 2005. His research interests lie in nano-mechanics.

いしはら・すなお

1973年、東京大学大学院工学系研究科精密機械工学専攻修士課程修了。92年、工学博士（東京大学）。日本電信電話公社 武蔵野電気通信研究所入社。81年、マサチューセッツ工科大学 客員研究員。日本電信電話株式会社 LSI 研究所 主幹研究員、同・加工技術研究部長、NTT 技術企画部長、物性科学基礎研究所長などを歴任、ナノテクノロジーの研究推進に携わる。2003年 NTT アドバンステクノロジー(株)ナノエレクトロニクス事業部長 / 技師長を経て、05年より現職。研究分野はナノメカニクス（ナノ機械工学）。

Kiyoshi Takamasu

Professor Takamasu earned his Doctor of Precision Engineering degree at the University of Tokyo in 1982. That same year he became a lecturer in the Department of Precision Engineering. In 1987 he was appointed as an associate professor in the Department of Precision Engineering at Tokyo Denki University after serving as a lecturer. He also worked as a visiting researcher at the University of Warwick, England from 1990 to 1991. He was appointed to an associate professorship in the Department of Precision Engineering at the University of Tokyo in 1993 and he became a professor at the same university in 2001. His research interests include precision measurement, intelligent nano-measurement, three-dimensional measurement, and nanometer measurement.

たかます・きよし

1982年、東京大学大学院工学系研究科精密機械工学専攻博士課程修了。工学博士。同年より、東京大学工学部精密機械工学科助手。85年、東京電機大学工学部精密機械工学科講師。87年、同助教授、90～91年英国ウォーリック大学客員研究員。93年、東京大学大学院工学系研究科精密機械工学専攻助教授、2001年より、現職。研究分野は、精密測定学、知的ナノ計測、三次元計測、ナノメートル計測など。



Front line of nanotechnology research — Manufacturing, measurement, and sensor development

ナノテクノロジー研究の最前線—— 加工、計測、センサ開発

——先生方のご経歴を教えてください。

高増——私は精密機械工学科出身ですが、学生時代から一貫して、測定・計測の研究に携わってきました。戦前はこの学科は造兵といって、兵器製造の研究をしていたんですね。その造兵の基盤技術の一つが測定です。つまり、計測というのは東大でも歴史的に古い学問になります。

博士課程の後、東大で助手を3年ほどやって、その後、神田にある東京電機大学で8年ほど働きましたが、研究者になった理由はいい加減なもので、正直、社会に出てバリバリ働く気持ちがなかったからです（笑）。研究分野の選び方もひねくれていて、あまりみんながやらないようなことをやりたかった。精密の花形といえば加工で、計測というのは、地味で目立たない分野なのです。もっとも、非常に重要な技術ではあるのですが。

具体的には、大きいものから小さいものまで広い範囲を対象として、計測のやり方や新しい計測技術を研究しています。大きなものを大きな物差しで、あるいは電子顕微鏡で見えるような小さなものを小さな物差しで測ることはある程度できていますが、難しいのが、大きなものを小さな目盛りで測るという方法。つまり、大きなものと小さなものをつないでマルチスケールで計測するというのが難しいんですね。たとえば、1mのモノを1 μ m（マイクロメートル）の尺度で測ろうと思うと、100万分の1の精度、つまり 10^{-6} となります。これを測ることはなんとか可能です。ところが、対象物が1 μ mの場合、 10^{-6} の精度となると、1pm（ピコメートル）の目盛りで測る必要がある。これは、非常に難しい。その原因は物差しとして使う光の特性にあります。光の波長というのは1 μ mより少し短い程度なので、ナノに対しては荒っぽい物差しになってしまうんですね。そこを新しい計測方法で打開したいと考えています。

ちなみに、うちの研究室で何か測ってくださいと言われても、残念ながらできません。というのも、あくまでも私の研究室はモノを測定するのではなく、測定の仕方や新しい原理や知見を追究しているからです。最近では、フェムト秒（ 10^{-15} 秒）という非常に短いパルスレーザーを物差しに使った、新しい計測技術の研究などにも取り組んでいます。また、私どもは国の計測の標準（長さ、形など）を手掛ける、数少ない研究室の一つでもあります。ただ測るだけでなく、それが国際標準に準じているということは、とても重要なことなのです。

石原——私は高増先生と同じ精密機械の修士課程を卒業した後、NTT研究所に長く在籍していました。機械と電気間の仕事をしたいと思って就職したのがきっかけです。電電公社（現・NTT）武蔵野研究所に入り、2年後には半導体関係の研究に携わるようになりました。以後25年間にわたり、半導体製造技術、特にX線露光装置を中心に

— Please tell us about your research history.

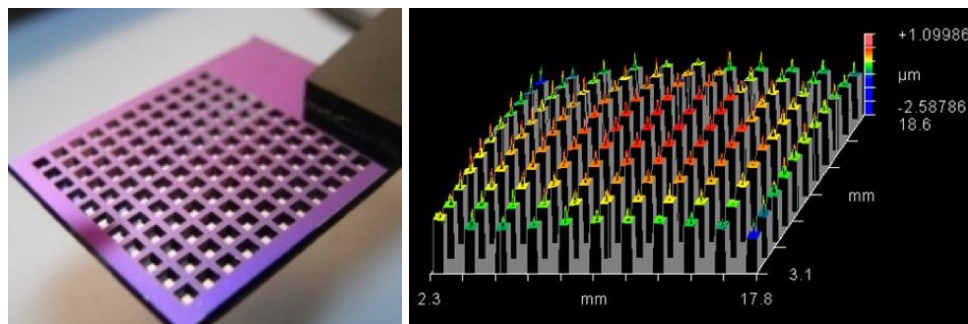
Takamasu: I have been researching measurement since my postgraduate years, even though I studied in the Department of Precision Engineering. Before World War II, my department was called “Zouhei”, and used to research arms production. One of the fundamental technologies of this research was measurement. Therefore “measurement” has been studied for a long time at the University of Tokyo.

After I earned my doctoral degree, I served as a lecturer for three years at the University of Tokyo and worked for eight years at Tokyo Denki University. The reason why I chose to be an academic is not so altruistic. I just did not feel like working hard at industrial companies (laughs). I also wanted to work on a research field which is not preferred by many people. The major area of precision engineering is manufacturing, and comparatively speaking, measurement research is unglamorous and easily overlooked. However, it is still one of the most important techniques one can research.

We are currently working on establishing new measurement methods or techniques for a wide variety of materials, ranging from large to small. It is relatively easy to measure large materials with a large scale, and small materials, which require an electron microscope to observe, with a small scale. The difficulty is in measuring large materials with a small scale. It is a challenge to correlate small and large domains and measure materials on multiple scales. For example if you measure 1m materials with a 1 μ m scale, the degree of accuracy would be 1/1,000,000, or 10^{-6} . This is possible. However, if you want to measure 1 μ m materials with a 10^{-6} degree of accuracy, a 1pm (pico meter) scale is necessary, which is very difficult. The difficulty is due to the wavelength of the light which is used as a ruler for the measurement. Because the wavelength of light is slightly shorter than 1 μ m, it is inaccurate as a ruler to measure nano-scale materials. We are now trying to overcome this problem by establishing a new method.

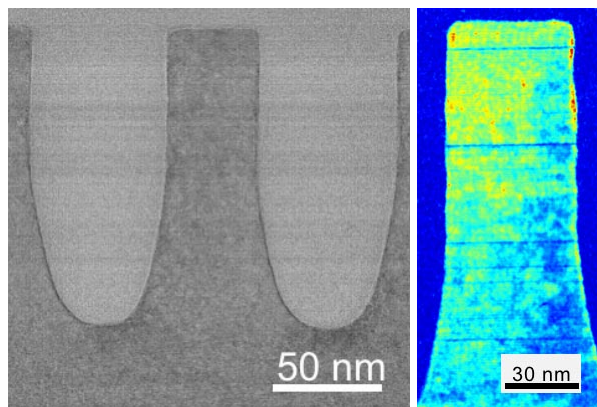
By the way, even if you ask us to measure something in my laboratory, we cannot do it since we are focusing on finding and establishing the principle or knowledge of new measurement methods. Recently, we have been working on a new measurement technique that uses a very short femtosecond (10^{-15} s) pulsed laser. We are also engaged in establishing national measurement standards (for length, shape, etc.). It is very important that we are not only measuring materials but also doing so in accordance with national standards.

Ishihara: After graduating from the same department as Prof. Takamasu (Precision Engineering), I worked at the research laboratory of NTT Corporation. I was assigned to NTT's Musashino Electrical Communications Laboratory and started research on semiconductor manufacturing technology. Since then, I have been engaged in research and development of semiconductor fabrication technology, particularly X-ray lithography systems, for 25 years. I was later appointed to the position of director-general of the NTT Basic Research Laboratories and started working



Large-area thin film surface measurement (right) using the mechano-opto-probe (left).

メカオプトプローブ（左）を用いた薄膜表面形状の広範囲計測例（右）



Right: Measurement of semiconductor line width using STEM image

Left: Line width and shape detection

右：STEM 画像による半導体線幅の測定

左：線幅および形状検出

研究開発をしてきました。その後、本社勤務を経て、基礎研究所の所長となり、ナノや量子の研究を手掛けることになります。4年半ほど所長を務めた後、NTTで培ったナノテクの体系化に取り組み、さらに教育にも取り組もうと、2005年に東大で、ナノメカニクスの研究室を立ち上げました。

——具体的にはどのような研究をされているのですか？

高増——たとえば、「メカオプトプローブを用いた薄膜表面形状の広範囲計測」というのがあります。これは、透明の薄膜の上に光に反射するたくさんの突起をつけて、この突起でモノを触り、その形状変化を光で計測してナノの単位で形を計測するという方法です。たとえば、半導体の表面のフォトリソなど、柔らかく、薄膜なので光で計測することが難しいのですが、このレジストを10mm四方、 $10 \times 10 = 100$ 個程度の突起が並んでいる計測器で一度に触って測るのです。10mmといえば、ナノの領域では非常に大面積なんですね。大面積の半導体の表面を、高速に高分解能に測ることができる新しい技術です。

STEM（Scanning Transmission Electron Microscopes、走査型透過電子顕微鏡）画像で半導体線幅を測定する研究にも取り組んでいます。これまで半導体の線幅は上から電子線で測っていましたが、これを縦にスパッと切って、その断面をSTEMで見て、シリコンの格子を数えて線の幅を決めるのです。同時に、測定における不確かさを評価し、

on nano and quantum research. After working for NTT basic research, I decided to dedicate my experience to engineering education in nanotechnology. I then moved to academia and launched the nano-mechanics laboratory at the University of Tokyo in 2005.

—— Would you please tell us something about your studies?

Takamasu: One example is “Profile measurement of Large-Area Thin Film Surfaces Using Mechano-Opto-Probe”. This is a way of measuring the shape of an object on the nano-scale by observing the change in reflected light when a transparent film with many tiny pillars is brought into contact with the object. For instance, it is difficult to optically measure the surface of a photoresist layer since the surface is too soft and too thin. The surface of a photoresist layer can be measured by touching it with 100 tiny pillars placed on a 10mm square film. 10mm is an enormous area when considering the nano-realm. This is a new technology in which the surface of a thin layer with an enormous area can be measured with high-speed and high-resolution.

We are also trying to measure pattern width with the image produced by STEM (Scanning Transmission Electron Microscopy). We have thus far measured pattern width using a top view obtained using an electron beam. We cleave the wafer and observe the cross-section and determine the pattern width by counting the silicon lattices. At the same time, we estimate measurement uncertainty and try to reduce them to less than 1nm. We not only measure, but also validate the measurement methods, which is a distinctive feature of our study.

Ishihara: We are studying mechanical characteristics of nano-resonators for application to sensing devices. The essence of nanotechnology lies in making use of new physical properties, which appear in nanostructures due to their small sizes. Thus, I have focused on measuring of extremely small physical quantities using nano-size mechanical structures. For example, I found research reports that measured magnetic forces on





その不確かさを 1nm 以下に抑えることを目標にしています。単に測るだけでなく、その評価まで手掛けているのが私たちの研究の特徴と言えます。

石原——私の方は、ナノ構造の機械的特性を扱う研究、たとえばナノ振動子のセンシングデバイス応用の研究をしています。ナノテクの本質というのは、寸法が小さくなったことで発現する「新しい物理現象」を使うことにあります。そこで、サイエンスの分野で研究されているナノサイズの機械構造体を使った極微物理量測定の研究に着目しました。たとえば、超高真空かつマイナス 270 度という極低温で電子スピン 1 個が発生する磁力や、1 フェムトメートル（原子核の大きさに相当）という長さを測るという研究です。私の研究室では、このような極限技術を工学らしく常温の大気中で実現しようとしています。

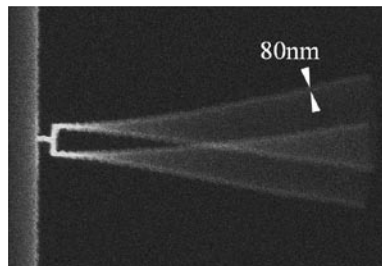
具体的にはナノサイズの振動子を使って、その共振の周波数、振動振幅、共振の鋭さ（クオリティファクター＝Q 値）の変化を観察して、とても小さい質量や力や変位を測ろうという研究です。通常、MEMS（Micro Electromechanical Systems）で使う振動子は数百キロヘルツで振動させますが、NEMS（Nano Electromechanical Systems）領域で扱うナノ振動子は数メガから数十メガヘルツという、とても高く高い周波数で振動させることができます。たとえば、揺れているものに何かがつくれば、周波数や Q 値が変わり、そこからごく小さな物理量の変化（質量や雰囲気）を瞬時に捉えることが可能になるのです。たとえば今話題のウィルスの検知に使うなど、超小型、超高感度の次世代センサへの応用が考えられます。他にも振動子の共振を用いた研究としては、2 本のビーム振動子を橋げたようにつなげて、共振特性をぴったりと合せておいて、片方にだけわずかな電流を流し、その共振特性の変化から流れ込んだわずかな電子を検知するとか、グラフェン（単層のグラファイト、炭素原子が六角形格子状に並んだ物質）でナノ振動子をつくる研究なども手掛けています。

また、電子ビームとイオンビームを用いて、3 次元のナノ構造体をつくる技術も研究しています。非常に複雑な形状のものや、細く尖ったもの、規則正しく並んだようなものまで、さまざまなものをつくるのが可能になってきました。ナノテクノロジーは最先端の分野なのでまだまだわからないこともあります。未知だからこそ非常にエキサイティングで、面白い分野なんですね。

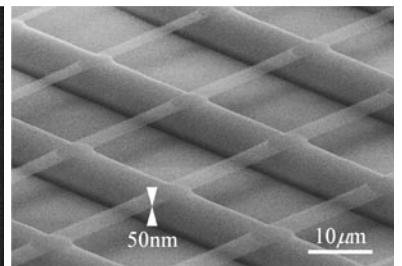
the order of one atto-Newton (approximately one electron spin) or displacements on the order of one femto-meter (approximately one atomic diameter), both in a high vacuum and low temperature environments. In my laboratory, we are trying to make these ultimate measurement technologies available in the atmosphere at room temperature, as should be done in engineering.

To give more specific examples, we are trying to measure extremely small masses or forces by observing such variation characteristics as resonance frequency, amplitude, and sharpness of resonance (quality factor, or Q value). Ordinarily, resonators used in MEMS (Micro Electromechanical Systems) vibrate at several hundred kilohertz. But on the other hand, those used in NEMS (Nano Electromechanical Systems) operate between several to a dozen megahertz, which are much higher frequencies. For example, when a small particle attaches itself to a resonator, the frequency and/or the Q value will change, from which the particle can be instantly detected. This kind of nano-resonator has the potential to realize ultra-small and ultra-sensitive sensors like virus detectors. As another application of mechanical resonator sensing, we tried to detect a very small amount of charge in an atmospheric environment. By detecting a slight imbalance between the vibrations in a finely tuned dual-beam resonator, we were able to detect only about 150 electrons in air. Furthermore, we are studying fabrication technology to manufacture three-dimensional nano-structures with an electron beam and an ion beam. Now we can fabricate various kinds of structures; very complicated ones, thinly pointed ones, or regularly patterned ones.

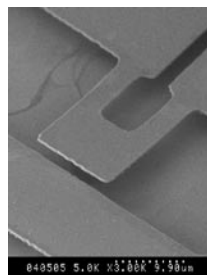
There are a lot of unknowns in nanotechnology since it covers very basic and emerging technologies, which makes it all the more exciting and intriguing for researchers.



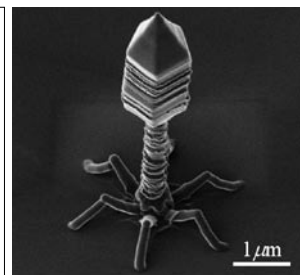
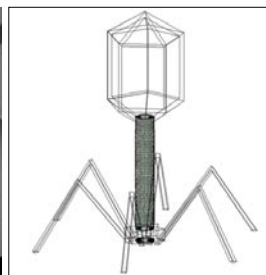
A SEM photograph of a vibrating tuning fork resonator
共振特性測定用に作製した音叉型ナノ振動子。振動の様子が見える SEM 写真



Strain-induced nanoresonator fabricated by combined exposure of electron and ion beams
電子ビーム・イオンビーム複合露光技術により作製した歪印加振動子



Self-detecting GaAs nanoresonator, which outputs vibrational states as electrical signals
自分の振動状態を電気信号で出力する自己検知型カンチレバー



Three dimensional nanostructure fabricated by Focused Ion Beam Chemical Vapor Deposition (FIB-CVD)
集束イオンビームの高精度位置・時間制御による 3 次元ナノ構造形成

Japan has been a leader in the field of nanotechnology, however, the U.S. is catching up with its substantial budget.

日本が牽引してきたナノテク研究、莫大な予算で追い越すアメリカ

——ナノテクノロジー研究の歴史的経緯を教えてください。

石原——ナノテクノロジーの起源は、1959年にアメリカ物理学会でのリチャード・ファインマンの講演に端を発するとされ、やっと60歳を越えた技術ですが、本格的にブレイクしたのは2000年のことです。米国のクリントン元大統領が国家ナノテクノロジーイニシアティブについて演説、ナノテク研究の予算を倍増すると宣言したのがきっかけです。このときのクリントン元大統領がナノテクを説明する表現として使ったのが、「国会図書館の情報を角砂糖の大きさのメモリに収容する」というものでした。これに刺激されて欧州や日本も続き、我が国では、2001年9月に「ナノテクノロジー・材料分野の研究開発推進戦略」を策定したのです。当時私はNTTにいましたが、総合科学技術会議の委員会メンバーとして、その戦略策定に関わることとなりました。

具体的には、ナノテクというのは、手段の技術体系なので、その応用先として、国の科学技術基本計画における重点分野であるIT、バイオ・ライフサイエンス、環境エネルギー分野に、ナノテクという強力な手段を供給するかたちでそれぞれの研究開発を推進していくという戦略が取られました。つまり、ナノテクは、「テクノロジー・インフラストラクチャー」だということ。計測・測定、分析評価、モノづくり、数値制御、解析、シミュレーションなど、研究の推進に欠かせない基盤技術なんですね。そして、機械工学は、これらの先端ものづくり研究を支えるとても重要な工学分野といえます。

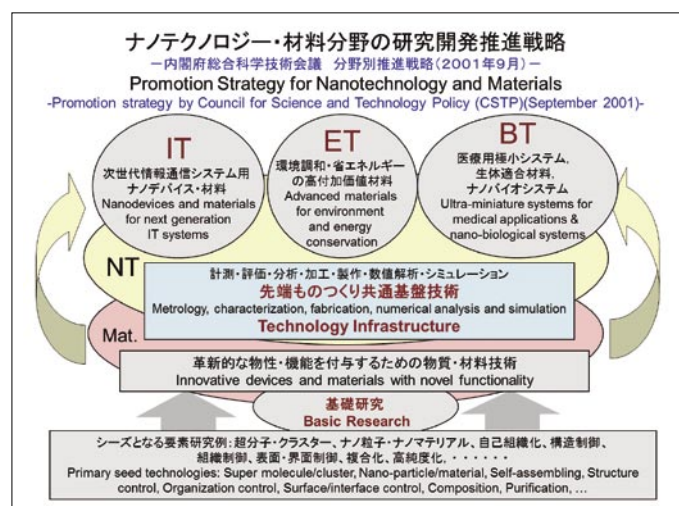
さらに、当GMSIの役割というのが、まさにこの国家戦略と重なっています。ナノとミクロの領域を拡張ナノ空間と名付け、この分野で分野横断によって、革新的な機械システムを創出しつつ、学問・技術の体系を構築するというのがまさにGMSIの狙いですから。

— Please tell us about the history of studies on nanotechnology.

Ishihara: The birth of nanotechnology is considered to be a talk given by Richard Feynman at the 1959 meeting of the American Physical Society, so the technology is now more than 60 years old. However, in the year 2000, nanotechnology received worldwide attention when former U.S. president Clinton delivered a speech outlining the science and technology policy that the U.S. would take the initiative to support nanotechnology by doubling the national budget for nanotechnology research. In this speech, the former President said, “Just imagine... shrinking all the information housed at the Library of Congress into a device the size of a sugar cube” to explain the potential of nanotechnology. Inspired by his speech, European countries as well as Japan followed suit. In September, 2001, Japan worked out a ‘Promotion Strategy for Nanotechnology and Materials’. At the time, I was with NTT and served as a member of the Council for Science and Technology Policy.

Nanotechnology is a group of technologies providing cutting-edge ways of hardware innovation. The Promotion Strategy emphasizes a basic research on nanomaterials and infrastructure technology development, and provides powerful technologies to the fields of IT, life-science, and environmental science, which are specified as primary prioritized R&D areas in the National Science and Technology Basic Plan. In other words, nanotechnology is a ‘Technology Infrastructure for Innovation’. It consists of fundamental technologies such as metrology, characterization, fabrication, numerical analysis, and simulation. Mechanical engineering has one of the most important roles to support hardware R&D for innovation.

The role of GMSI overlaps with this national strategy. In the GMSI program, we call the realms of nano and micro ‘Extended Nano Space’, and we are working to establish high-level science and technology by creating an interdisciplinary, revolutionary, and innovative mechanical system. This is the very aim of GMSI.



Promotion Strategy for Nanotechnology and Materials-Promotion strategy by the Council for Science and Technology Policy (CSTP)(September 2001)/(Edited) ナノテクノロジー・材料分野の研究開発推進戦略－内閣府総合科学技術会議 分野別推進戦略（2001年9月）

——ナノテクのブレイクから10年が経ちましたが、現状はどうなっているのでしょうか？

石原——アメリカは産官学で強力な推進体制をつくり、しかも、ナノテクに資金を投入するための法律までつくって、どんどん国家予算を投入し、着々と研究開発の成果をあげています。一方で、日本ではエレクトロニクスやフォトニクス、バイオニクスの分野では研究開発が盛んに行われてきましたが、機械工学の分野での取り組みはやや少ないと感じてきました。実は、機械工学のような方法や手段の技術体系というのは目立ちにくいために一般の人にも学生にも行政にも理解されにくいという側面があります。ここを目立たせるべく戦略を立ててきたのですが、やはり目に見える成果を求められるばかりに、来年度から始まる第4期科学技術基本計画では、グリーンイノベーションとライフイノベーションの2本柱を成長戦略としていて、ナノテクという言葉は消えてしまいました。

高増——そもそも、「ナノテクノロジー」という言葉自体は、東京理科大学の谷口紀男元教授が1974年に提唱されたものですし、日本の得意分野だったわけで、憂慮すべきことですね。もともと、アメリカはナノサイエンス&エンジニアリングという言い方をしていたように、得意分野がサイエンスにあるとするなら、日本はもっとテクノロジーで勝負してもいいのではないかと思います。GMSIのコンセプトのように、機械工学の分野にナノテクノロジーを入れていくという。

石原——おっしゃる通り、ナノテク分野は日本の得意分野で、とくにデバイスや材料の分野では、かつては、アメリカをはるかに凌駕していました。クリントン演説の前の3年間ほど、アメリカでは国の諮問委員会が調査団をつくって、日欧を調べ回ったんですね。東大などの大学やいくつかの民間の研究所にも調査団が来ました。結果、ナノデバイス、ナノマテリアルなどの分野で日本に遅れをとっていることを知り、ナノテクに莫大な研究資金を投入し、十数年たって、いまや多くの分野でナノテク研究をリードする立場になってしまったのです。

Take Control of Innovative Technology and Win Global Competitions

革新技術を掌握し、グローバル競争に打ち勝つ

——半導体ビジネスも、かつては日本が牽引していましたね。

石原——産業30年論と言われますが、私はちょうどNTT研究所時代に半導体の盛衰を体験しました。最盛期の1980年代後半には、世界の半導体の5割を日本でつくっていて、シェアトップ10に日本の半導体メーカーが6社も入っていました。90年代に一気に落ちて、今では我が国のシェアは2割くらいに落ちています。分社化したり、海外企業に製造委託したりして、国内で外売用半導体を大量生産している半導体メーカーは1社になってしまいそうです。その原因は、半導体産業が典型的な装置産業になっ

— Ten years have passed since nanotechnology received public attention. What is the current situation ?

Ishihara: The U.S. has developed a strong system of collaboration among industry, government and academia, and has passed laws to provide financial resources for nanotechnology. With funding from the national budget, they have steadily achieved results. In Japan, on the other hand, nanotechnology has been applied to a variety of fields such as electronics, photonics, and bionics, but I think less effort has been made in the field of mechanical engineering. Methods and technological activities in nanotechnology, especially mechanical engineering, are somewhat less eye-catching so it's difficult for students, officials, and laypeople to understand. We strategically tried to make nanotechnology more prominent. However, the Fourth S&T Basic Plan, which begins this year, has been set up to take only two objective strategies of 'green innovation' and 'life innovation'. Unfortunately, the word 'nanotechnology' has vanished from this plan.

Takamasu: The expression 'nanotechnology' was first suggested in 1974 by Japanese professor Norio Taniguchi of Tokyo University of Science. It has been a strong field for Japan, so we should be concerned about the present situation. The U.S. has been using the expression 'Science and Engineering', placing emphasis on science. Japan should compete in the field of technology, and we should introduce nanotechnology into mechanical engineering, in line with the GMSI concept.

Ishihara: I agree. The field of nanotechnology, especially devices and materials, was once far more advanced than in the U.S. Before the announcement of the NNI, the U.S. National S&T Advisory committee dispatched inquiry commissions for nanotechnology to both Japan and Europe. They visited universities such as The University of Tokyo, national laboratories, and some private research institutions. They realized that they were far behind Japan in the fields of nano-devices and nano-materials, and they therefore allocated a large amount of money to nanotechnology R&D. Ten years later, the U.S. is now the leader in nanotechnology applied to many fields.

— Japan was once the leader in the semiconductor business.

Ishihara: They say that you can be in the leader in a specific industry for only 30 years. I myself saw Japan's rise and fall in the semiconductor business while I was working at the NTT Research Laboratory. In the latter half of the 1980s, the most impressive period for Japan, we produced more than 50% of the world's semiconductors, and six of the top ten semiconductor manufacturing companies were Japanese. However, in the 1990s, Japan's share of the world market suddenly dropped. Now it is only at 20%. Nowadays, the business competence of semiconductor manufacturing strongly depends on the investment capability to buy high performance equipment and machines for production. This is one of the

てしまったからなんです。つまり、製造装置さえ揃えられれば、誰にでも最先端の半導体をつくらることができるため、投資力のある台湾や韓国が資金力に任せて急成長したというわけです。

高増——ところがこの装置というのは、日本製なんです。現在はニコンとキヤノンが手掛けています。半導体を焼き付ける装置に加え、計測装置などを並べると、生産ラインをつくるのに何千億円もかかってしまうのですが、日本では、それだけの莫大な投資を決断できないために、追い抜かれてしまった。

たとえば、コンピュータの組み立てや加工、射出成型などを手掛けるホンハイという台湾の企業があるのですが、現在、売上高は約8兆円、社員が約100万人という巨大企業です。ここが急成長した理由の一つが、Apple社の要請を受けて、iPhoneやiPadのボディを削ってつくるといふ、通常だと考えられないような製造工程を一手に引き受けているからなのです。で、どうしたかという、ホンハイは日本のファナックという会社の工作機械を1万台購入した。つまり、モノづくりの核の部分は、いまだに日本の技術が支えているということ。残念ながら、1万台もの機械を買うお金は日本の企業にはありません。

石原——もうそうだと、モノづくりではなくて、製造受託ですよ。しかも、大元の基盤技術は日本発のものが多く。最近では、若い日本の優秀な技術者まで、台湾や韓国の企業に引き抜かれるような時代になってしまったのは憂慮すべきことです。

高増——とはいえ、いまだに最初の試作品などは日本の優秀な中小企業が引き受けているんですね。最終的には中国でつくるとしても、プロトタイプは日本でしかつくれないというのは、日本が革新技术をもっているからこそ。おそらく、石原先生のメカニクスとか私がやっている計測など、基礎的なエンジニアリングというのは、日本の強みですよ。

石原——だからこそ、日本は先端技術で勝負するしかない、ということでしょうね。これからは、「内創外製」というかたちになっていくという議論があります。つまり、永遠に最先端の技術開発をやり続けなければならないということです。苦しいことのようにも思いますが、ただ、先端を切り拓くというのは、実はとても楽しいことでもあります。

高増——同感です。一つ先を行く技術を使わなければ、本当にいいモノはできないけれど、それをつくり出す喜びは格別です。そのことを、これからの若い日本の研究者にぜひ知っていただきたいですね。



reasons that Taiwan and Korea, which have plenty of money to invest in such equipment, have taken the lead.

Takamasu: The machines they use are made in Japan, and are currently manufactured by Nikon and Canon. It takes hundreds of billions of yen to set up semiconductor production lines with production and measurement equipment. Japan wasn't able to invest that amount of money, and this has resulted in these other countries taking the lead.

For example, there is a company called Hon Hai Precision Industry in Taiwan. They assemble computers and deal with machining, processing, and injection molding. They presently employ about 1,000,000 people and their sales are about 8 trillion yen. They are a huge enterprise. One of the reasons they have grown to such a size so rapidly is that they take orders from Apple and machine the bodies of the iPhone and iPad. They accept many orders from Apple because they are capable of doing such difficult production processes. They bought 10,000 machine tools from a Japanese company called Fanuc. This means that Japan takes an important role in the manufacturing industry, but unfortunately, no Japanese small or medium enterprises have enough capital for the purchase of as many as 10,000 machine tools.

Ishihara: What Hon Hai Precision Industry is doing is not manufacturing but taking the orders of outsourced fabrications, and what's more, many of its fundamental technologies come from Japan. Recently, talented young Japanese engineers have been recruited by companies in Taiwan and Korea, which is a matter of considerable concern.

Takamasu: Be that as it may, excellent Japanese small and medium enterprises manufacture the first prototype models. Only Japanese companies can manufacture prototypes, even though they are eventually mass-produced in China, and that means Japan has more advanced technology. Fundamental engineering, such as the mechanics Prof. Ishihara is working on or the measurement research I am working on, is probably the strongest advantage Japan has.

Ishihara: That is why, we must compete in cutting-edge technologies. There is an opinion that Japan's way is 'innovative R&D at home and large-scale production abroad'. In other words, we must continue to create and develop the most advanced technologies. It might be very challenging but in fact, it can be also thrilling and worthwhile to take the lead in advanced technologies.

Takamasu: I feel the same way. We must utilize technology that is one step ahead in order to develop innovative products. It is a real delight to create, and Japanese researchers of younger generations should realize the joy of it.

Reported and written by: Madoka Tainaka
Photographs by: Yuki Akiyama

取材・文 = 田井中麻都佳
写真 = 秋山由樹

International Internship

国際インターンシップ

Research Assistant
Takuma Shiga
志賀 拓磨



Campus of Massachusetts Institute of Technology

私は GCOE の支援を受け、2010 年 11 月より 3 か月間、マサチューセッツ工科大学機械工学専攻陳剛研究室にて国際インターンシップを経験した。陳剛研究室は熱電の分野において世界をリードしている研究室であり、滞在中は第一原理的に格子力学と摂動論を用いて熱電変換材料中のフォノン伝導解析を行った。陳剛研究室は 30 名程度の修士課程、博士課程の学生およびポスドクからなる非常に大きな研究室であるため、日々の研究の進捗が速い。さらに人の入れ替わりも激しく最新の研究トピックも日々現れる状況である。陳剛研究室の中だけでなく、世界をリードする人材になるためには、このような移り変わりが激しい環境で自身の研究を進め、かつ最新の研究トピックにいかに関与できるかが重要であり、その基盤となるのがコミュニケーションであると感じた。私も渡航以前にコミュニケーションの重要性については理解しているつもりであったが、滞在中の多くの場面において、それが大きく欠落していることに気づかされた。3 か月の間にコミュニケーション能力を向上させるには至らなかったが、その重要性を“再認識”することができた。コミュニケーション能力向上を目指して、今後は国際交流に積極的に参加し、苦手意識を克服したい。

最後に本渡航にあたり、受け入れていただいた陳剛教授、Keivan Esfarjani 研究員、塩見淳一郎准教授、そしてサポートしていただいた GCOE 事務局に感謝の意を記す。

I stayed at Prof. Gang Chen's laboratory of Massachusetts Institute of Technology from November 1st, 2010 for three months. During this international internship program, I was engaged in the analysis of phonon conduction in thermoelectric materials from first-principles using lattice dynamics and perturbation theory. Prof. Chen's group was a huge group consisting of more than 30 people including M.Sc./Ph.D candidates and Post-Docs. Thus, the research progress was rapid, and new interesting topics were presented almost every day.

To become a leader in any research field, it is important to progress one's own research and contribute to a new research topic, and this requires strong communication skills. Before starting the internship, I thought I knew the importance of the communication skills. However, I found that I lack the skills as I faced many problems during my stay, and a three-month stay was not enough to improve them. I really realized the importance of communication skills, so I will participate in future international events to further develop these skills.

I would like to thank Prof. Gang Chen, Dr. Keivan Esfarjani, Associate Prof. Junichiro Shiomi, and the GCOE office for their help and support.



Massachusetts Institute of Technology



Research Assistant
Keisuke Oku
奥 圭介

有機 EL は有機物特有のフレキシブルさや高輝度、省エネルギーなどの利点を持ち、近年大きな注目を集めている。有機 EL に用いられる有機半導体は、Alq3 や NPD などに代表される低分子系と、ポリチオフェンなどの高分子系に大きく分けられる。高分子系と比較して一般的に高性能である低分子系の有機半導体分子は、高コストな真空蒸着による製膜が主流である。製膜プロセスとして塗布乾燥法を用いて蒸着膜と同程度の機能をもつ薄膜ができれば、フレキシブルさや製造コスト、大面積化の点でのブレークスルーが期待できる。

塗布プロセスとして滴下乾燥とスピコート法を選び、ある有機半導体分子のトルエン溶液から単層デバイスを作製し電気特性を測定した (Fig. 1)。この結果から、乾燥速度によってデバイスの閾値電圧が変化することがわかった。このような塗布プロセスによる特性の差異が生じる原因を明らかにすることが、本研究の大きな目的の一つである。

塗布プロセスでの有機薄膜形成過程を制御するために最も重要な事項は、塗布乾燥過程における溶質 (有機半導体分子) の相変化ダイナミクスの理解である。乾燥過程では、濃度上昇だけでなく、溶媒蒸発潜熱による温度低下も起こる。我々は、塗布乾燥過程の動的観察装置 (Fig. 2) をつくり、温度と濃度、さらには相変化にともなう気液界面の揺らぎ方の変化を測定することで、相変化ダイナミクスにアプローチしている。この他にも、蛍光吸収スペクトル等の光学的な情報や粘弾性等のマクロパラメータを組み合わせながら、現象の本質を理解することに励む毎日である。

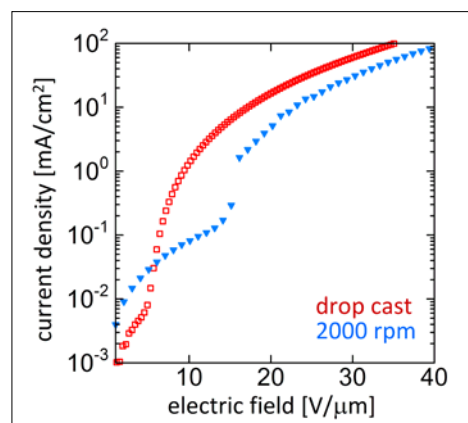


Fig. 1 Effect of coating process on the electrical properties

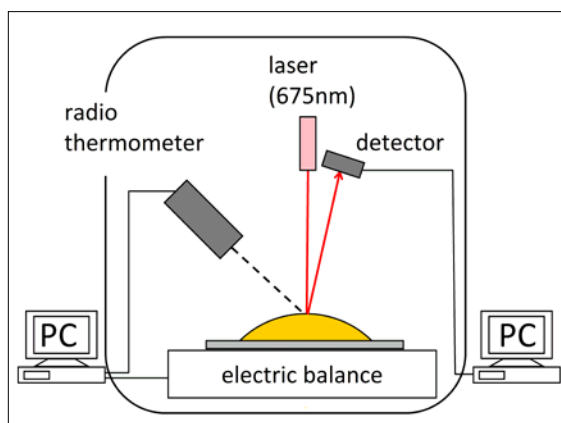


Fig. 2 In situ measurement system of wet coating process

Structure formation dynamics of low molecular weight organic semiconducting molecules during solution evaporation

塗布乾燥過程における低分子有機半導体の構造体形成と薄膜の電気特性

Organic light emitting diodes (OLEDs) have been attracting much attention as new displays and room lighting devices because of their physical flexibility, high luminance and low energy consumption. Recently, wet coating is getting attention as the fabrication process of choice for organic thin films. However, the fabrication of organic thin films by the coating process is still challenging because the electric and optical properties of the organic thin layers are often inferior to those obtained in a vacuum process. To solve this problem, understanding the film formation kinetics during coating is indispensable.

Figure 1 shows the effect of drying rate on the device's electrical properties. The drying rate in the drop casting was about ten times slower than in the spin coating. We found that devices formed by drop casting showed a lower threshold in electrical field than that by the spin coating process for the rapid increase of current density. This is a typical effect on device properties for the wet coating process. One of the objectives of our research is to clarify the relationship among the coating process, the film structure, and the device properties by understanding the dynamics of film formation during solvent evaporation.

The most important issue regarding control of the film structure and properties is clarification of the phase transition dynamics of solute from the “solvated” state to the “precipitated” state (solidification) during the solvent evaporation. In the drying process, both the condensation of the solute and the temperature change due to evaporation influence the solubility of the solute. To observe the variation in temperature and the concentration during the drying process, we developed an *in situ* measurement system for the wet coating processes as shown in Fig.2. Using this system, we succeeded in obtaining a variety of information on the phase transition of solution.



Research Assistant
Sujit Bidahar
スジット ビダハル

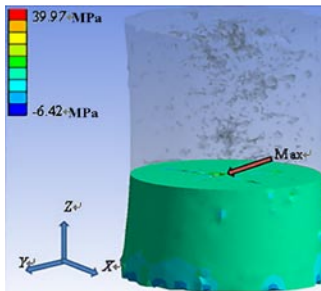


Fig.1 Maximum principal stress distribution obtained by image-based finite element analysis

アルミ鋳造合金の使用は、自動車や航空宇宙で適用されるなど、さまざまな分野で普及している。これらの合金の疲労特性は、鋳造する過程で導入されたガス孔の位置に強く影響される。そのため、個々のガス孔の容積、分布、位置、および形状が、合金の構成要素の疲労破壊に与える影響を知ることが重要である。

本研究の目的は、疲労き裂発生の予測モデルを開発し、さまざまなパラメータのしきい値を定量化することである。鋳造欠陥に関しては、欠陥の大きさ、形状、場所、ノッチ半径など疲労寿命に影響を与える多くのパラメータが存在するため、これらのパラメータの体系的な研究を実施し、単一の単純なモデルに組み込む必要がある。

最大主応力により疲労き裂発生の場所を見つけることが提案されており、この方法では、まず理想気体の孔のペアの間の相互作用を有限要素解析によって計算する。この方法において、細孔のサイズの違いや間孔距離による応力集中係数の変化と、荷重方向による孔の方向の変化を示すため、実験に基づく疲労き裂発生予測モデルを開発している。このモデルはマルチ孔システムやダイカスト試験片の実際のガス細孔に適用されている。これに加えて、ガス孔の複雑な曲率についても研究を行っている。

さまざまなレベルの気孔率を含むアルミダイカスト鋳造試験片についても疲労試験を実施した。実際の気孔の三次元形状の再構成を取得するためにX線CT画像を取得し、最大主応力を求めるため、メゾスケール有限要素解析を使用した (Fig. 1)。この有限要素法による結果と、我々が提案した実験に基づく疲労き裂発生予測モデルによる結果はよく一致しており (Fig. 2)、提案するモデルが有用であることがわかった。

Prediction of fatigue crack location in aluminum die cast

アルミダイカスト材の疲労き裂位置の予測

The use of aluminum casting alloys is widespread in different fields of applications such as automobile, aerospace, etc. The fatigue performance of these alloys is strongly influenced by the presence of gas pores which are introduced during the casting process. Therefore, it is important to know how the fatigue failure of the component is affected by the content of the pores, their distribution and location, and the geometry of individual gas pores.

The purpose of my research is to develop a prediction model for fatigue crack initiation and to quantify the threshold values for the various parameters. Since there are many parameters such as defect size, geometry, location, notch radius etc., which affect the fatigue life, it is necessary to carry out a systematic study of each of these parameters regarding casting defects and incorporate them into a single simple model.

It has been proposed that maximum principal stress can be used to locate the fatigue crack initiation point. In the first step, interaction between a pair of ideal gas pores was studied using finite element analysis calculation and an empirical prediction model was developed to show the variation of stress concentration factors with different sizes of pores, inter-pore distances and orientations of pores to loading direction. This model was then applied to the multi-pore system and subsequently to actual gas pores in a die cast test piece. The complicated curvatures of the gas pores were also studied.

Fatigue tests were conducted on aluminum die cast test pieces containing various level of porosity. Some X-ray CT images were obtained to get three-dimensional geometrical reconstruction of actual gas pores. The reconstructed model was then used in image-based finite element analysis in meso scale to obtain the maximum principal stress (Fig.1), and the value obtained was compared to the one obtained by using the proposed empirical prediction model. There was a good agreement between the results obtained by the finite element analysis and the proposed empirical prediction model (Fig.2), and this suggests the usefulness and effectiveness of the proposed method.

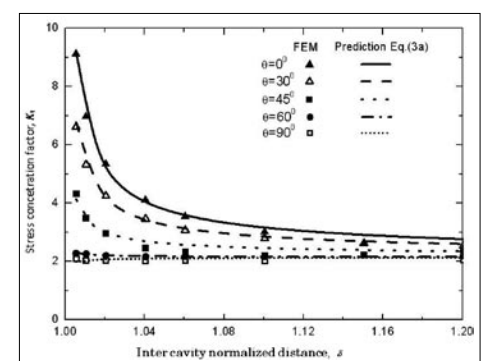
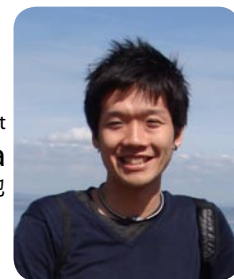


Fig.2 Variation of stress concentration factors with inter pore distance by prediction model

Domestic Internship

国内インターンシップ

Research Assistant
Daichi Wada
和田 大地



Fusion Splicer

2010年10月末から2週間、GMSIプログラムの支援のもと、国内インターンシップに参加した。以前光ファイバセンサの共同研究を行ったことのある株式会社フジクラに応募し、佐倉事業所にて業務を行った。佐倉事業所は千葉県佐倉市に位置し、51万平方メートルにおよぶ広大な敷地には、食堂や光ファイバ関連の研究開発施設、製造施設が建ち並ぶ。

インターンシップの目的の一つは、日頃研究で使用する光ファイバの製造過程を見ることであった。普段研究で用いる製品の背景（この場合は光ファイバの製造過程）を知っているか知らないかでは、何らかの違いがあると考えていたからだ。インターンシップに参加し、実際にその通りだったと実感した。光ファイバの取り扱いにおける注意を学んだだけでなく、自身の理解や研究分野にとどまらない光ファイバ応用の可能性についても発見することができた。

企業での仕事の実体験を積むことも、インターンシップの目的であった。最も印象的だったのは、研究に対する動機が企業と大学では大いに異なっていたことだ。それは大学・企業双方での経験を経て、ようやく理解できたと思う。株式会社フジクラのご厚意で新しいファイバセンサの製作に挑戦させていただいたが、数多くの試行、評価や討論を経て、我々の足場となる考え方とは異なる事を実感した。その違いこそ、産学を銘々に定義づけるものかもしれない。

インターンシップを通じて学んだことは、毎日の研究の“舞台裏”にある物事について体験する、あるいは目を向けるだけでも、工学研究者として涵養されるところがあるということだ。このような貴重な機会を与えてくださった皆様に、大いに感謝申し上げたい。

I stayed at Fujikura Ltd. for two weeks from the last week of October in the framework of the GMSI domestic internship program. I collaborated with Fujikura Ltd. on the topic of optic fiber sensors, and worked at the Sakura plant in Sakura city, Chiba prefecture. There was a cafeteria and many facilities for R&D and manufacturing of optic fibers at their large site measuring 515,000 square meters.

One of my goals in this internship was to see the manufacturing process of optic fibers, which I always use for my own research. I always thought that knowing the background of the components must make a difference in my work. I found that it was true. I learned how to treat the fibers, and I realized how much potential they have beyond my understanding and also beyond my research area.

Having an experience of working in a company was another goal of this internship. The most impressive thing I found there was a difference of research motivation between a company and a university. I think that this difference can be understood only by experience in both domains.

During my stay, I was given a chance to make a new fiber sensor. Through many trials, evaluations and discussions, I obtained a keen sense of difference of the viewpoints we have, which might define “industry” and “academia”.

A lesson I learned through this internship was that there is a lot of behind-the-scenes work going on in addition to your research, and an experience to know it well or even taking a glance at it would help you to become a better engineer or researcher. I greatly appreciate all of those who provided me with this precious opportunity.



Optics and Electronics Laboratory

GMSI Project-Based Learning (PBL)

プロジェクト・ベースド・ラーニング (PBL)

Research Assistant

Toki Saito

斎藤 季



2010年度GMSI教育プログラム「機械システム・イノベーションI」の一環としてPBLが開催された。本講義の目的は、専門分野の異なるメンバーでチームを構成し、企業から与えられた課題に対して各自の研究背景を生かした問題解決を行うことを通して、プロジェクトの提案と進め方を学ぶことである。今年度は第2回にあたり、受講生は6チームにわかれて10月から2月までの約5か月間、各自課題に取り組んだ。2010年2月23日には東京大学浅野キャンパス武田ホールにて最終報告会が開催され、各チームが15分間のプレゼンテーションを行った。この報告に対して、出席した企業の方、教員、学生が投票により評価し、優秀チームには賞が贈られた。強豪がひしめく中、私が所属したチーム3は最優秀賞を得るという幸運に恵まれた。

今回このPBLに参加させていただいて、チームでプロジェクトを行う場合において必要だと強く感じたことは二つある。一つは、我々にはどうことができるのか、そしていつまでに何をしたいのかということチーム内で明確に把握し、問題が起きた場合は議論を盛んに行い、その場で打開策を検討することである。もう一つは、よいものをつくりたいという共通認識のもと議論は遠慮せず行われなければならないということである。今回の経験は今後のあらゆる活動において非常に役立つと考えている。最後に、私の所属したチームのメンバーに感謝したいと思う。

The GMSI Project-Based Learning (PBL) curriculum was designed to teach Ph.D. candidates how to define and solve problems in interdisciplinary research using examples provided by companies, and the students were expected to cultivate their leadership through team management. This year, the students were divided into 6 teams so that the specialties of the team members were different, and each team was provided with a topic from a company. All teams spent 5 months from October to tackle the problems. On February 23rd, 2011, final presentations were given by all teams at Takeda Hall of the University of Tokyo. Each team gave a 15-minute presentation, and they were evaluated by companies, professors and students. Fortunately, the team I belonged to was awarded the best PBL award.

There are two things I learned through PBL. First, we have to clearly recognize what we are able to do, what we want to do, and when it should be done. When a problem occurs, the members should discuss it and solve it quickly. Second, we have to share the purpose and shouldn't hesitate to express an opinion when we discuss.

During the PBL work I experienced the difficulty of collaboration among people in different research areas, but now I feel I can make the best use of this experience when I will be in a similar situation in the future.

I would like to express my appreciation to my team members, companies, professors and the GMSI office. Thanks to their support, I enjoyed the PBL work and finished with good results.



Team 3 members

The 3rd GMSI International Symposium

第3回 GMSI 国際シンポジウム

Research Assistant
Shinatora Cho
張 科寅



Student poster session

GMSI International Symposium は GMSI が毎年主催する国際シンポジウムであり、各国の著名な研究者による講演や GMSI 所属の RA による研究報告がなされる。今年度はその第 3 回目にあたり、“Designing the Future by Multiscale Engineering” と題し、最先端の研究発表に重点をおき、2011 年 3 月 3 日、4 日に東京大学本郷キャンパス鉄門記念講堂にて開催された。

シンポジウムでは、Recent Development in Extended Nano Space Engineering & Science, Nano/Micro Element Technology for Mechanical System Innovation, Analysis & Synthesis for Innovation Mechanical Systems with Applications の三つのテーマについて、海外および GMSI の研究者計 17 名が講演を行い、さまざまな分野の専門家や RA を交えた議論が行われた。

また、博士課程 RA の研究紹介を目的としたポスターセッションも設けられ、計 66 件のポスターが発表された。講演者や一般参加者も交えて自由かつ活発な議論が交わされ、最後に参加者全員による投票によって優秀ポスター賞が選定された。

シンポジウムの最後には、講演者によるパネルディスカッションが行われ、Multiscale Engineering の展望やそれに応じた人材育成などに関して、充実した議論が行われた。

筆者は RA 企画運営委員の一員として、シンポジウム運営に携わったが、参加者全員にとって、有意義なシンポジウムとなるための仕組みづくりの面白さや大変さを学ぶ、いい機会となった。また、他の RA 企画運営委員や RA ボランティアの熱意と、その意識の高さに深く感銘を受けた。

The GMSI International Symposium is an annual joint symposium hosted by GMSI. This international symposium consists of lectures given by prominent researchers from various countries and poster presentations by the GMSI Research Assistants. This year, the 3rd GMSI symposium was held from March 3rd to March 4th at Tetsumon Memorial Hall in Hongo Campus of the University of Tokyo. The scope of the symposium was “Designing the Future by Multiscale Engineering”, with an emphasis on cutting-edge research presentations.

In the symposium, 17 lectures were organized for 3 themes: Recent Development in Extended Nano Space Engineering & Science, Nano/Micro Element Technology for Mechanical System Innovation, and Analysis & Synthesis for Innovation Mechanical Systems with Applications. In addition, a panel discussion was held by the lecturers to discuss the future prospects of Multiscale Engineering. Researchers and GMSI Research Assistants from various fields participated in the symposium and had fruitful discussion.

In the poster session, 66 posters in total were presented by the PhD candidates from 6 different departments. The researchers, visitors, and presenters had vigorous discussions, and at the end of the symposium awards were given to the five best poster presenters, as selected by a vote of all participants.

I had the opportunity to join the Research Assistant committee for organizing the symposium. It was an excellent experience to learn how to organize a symposium and make it productive for all participants. Moreover, I was deeply impressed by the enthusiasm and leadership of other committee members and other Research Assistant volunteers.



Panel discussion

● International Symposium

2011.03.03-2011.03.04 [The 3rd GMSI International Symposium](#)

● Open Seminars

2010.09.22 [The 64th GMSI Open Seminar](#)

Lecturer: Masako Yudasaka (Nanotube Research Center, National Institute of Advanced Industrial Science and Technology (AIST) / Dr.)
Moderator: Shigeo Maruyama (Department of Mechanical Engineering / Professor)
Title: Potential Application of Carbon Nanohorns for Drug Delivery Systems

2010.10.01 [The 65th GMSI Open Seminar](#)

Lecturer: Velayutham Murugesan (Department of Chemistry, Anna University / Professor)
Moderator: Tatsuya Okubo (Department of Chemical System Engineering / Professor)
Title: Catalysis by Porous Materials for Fine Chemicals Production

2010.10.19 [The 66th GMSI Open Seminar](#)

Lecturer: Jiří Čejka (J. Heyrovský Institute of Physical Chemistry, Academy of Sciences of the Czech Republic / Senior Research Fellow)
Moderator: Tatsuya Okubo (Department of Chemical System Engineering / Professor)
Title: Challenges in Zeolite Synthesis, Adsorption and Catalysis

2010.10.05 [The 67th GMSI Open Seminar](#)

Lecturer: Kostas Kostarelos (Nanotube Research Center, AIST & Nanomedicine Lab, Centre for Drug Delivery Research, The School of Pharmacy, University of London, JSPS Invitation Fellow / Professor)
Moderator: Shigeo Maruyama (Department of Mechanical Engineering / Professor)
Title: Engineering the Pharmacology and Toxicology of Nanomaterials: The Case of Carbon Nanotubes

2010.11.15 [The 68th GMSI Open Seminar](#)

Lecturer: Suk Bong Hong (Department of Chemical Engineering, School of Environmental Science and Engineering, Pohang University of Science and Technology (POSTECH) / Professor)
Moderator: Tatsuya Okubo (Department of Chemical System Engineering / Professor)
Title: Zeolite Syntheses via a Charge Density Mismatch Approach

2010.10.19 [The 69th GMSI Open Seminar](#)

Lecturer: Hui Gu (State Key Laboratory of High Performance Ceramics and Superfine Microstructures, Shanghai Institute of Ceramics, Chinese Academy of Sciences / Professor)
Moderator: Yuichi Ikuhara (Engineering Research Institute / Professor)
Title: Evolution of Intergranular Film to Initiate Grain Growth in Ceramics

2010.11.01 [The 70th GMSI Open Seminar](#)

Lecturer: Jin Zhang (Center for Nanochemistry, College of Chemistry and Molecular Engineering, Peking University / Professor)
Moderator: Shigeo Maruyama (Department of Mechanical Engineering / Professor)
Title: Controlled CVD Growth and Fabrication of Single-Walled Carbon Nanotubes Array on Surface

2010.11.17 [The 71st GMSI Open Seminar](#)

Lecturer: David Tucker (U.S. Department of Energy, National Energy Technology Laboratory (NETL) / Dr.)
Moderator: Naoki Shikazono (Institute of Industrial Science / Professor)
Title: Hybrid SOFC/Turbine Integration and Controls Research at NETL

2010.12.09 [The 72nd GMSI Open Seminar](#)

Lecturer: Klaus Van Benthem (University of California, Davis / Professor)
Moderator: Yuichi Ikuhara (Engineering Research Institute / Professor)
Title: Imaging Nanofunctionality: Field Assisted Sintering and Dielectric Breakdown in the TEM

2011.01.18 [The 73rd GMSI Open Seminar](#)

Lecturer: Matthew P. Cartmell (Mechanical Engineering, University of Glasgow / Professor)
Moderator: Shigehiko Kaneko (Department of Mechanical Engineering / Professor)
Title: Space Tethers and Space Webs 1996-2011

2011.02.24 [The 76th GMSI Open Seminar](#)

Lecturer: Ze Zhang (Department of Materials Science and Engineering, Centre of Electron Microscopy, Zhejiang University / Professor)
Moderator: Yuichi Ikuhara (Engineering Research Institute / Professor)
Title: Strain Induced Large Plasticity of Nanowires from Intrinsic Brittle Materials

● Evening Seminars

2010.09.30 [The 19th GCOE Evening Seminar](#)

Lecturer: Taketoshi Machida (GE Oil & Gas / Asia Pacific North Pole Leader)
Moderator: Shigehiko Kaneko (Department of Mechanical Engineering / Professor)
Title: Working for GE. Introduction to GE Energy / Oil & Gas business

2010.10.21 [The 20th GCOE Evening Seminar](#)

Lecturer: Hitoshi Kunitaka (Space Transportation, ISAS (Inst. of Space and Astronautical Science) Japan Aerospace Exploration Agency (JAXA) / Professor)
Moderator: Nobuo Takeda (Department of Advanced Energy / Professor)
Title: Powered Flight of Hayabusa Asteroid Explorer by Ion Engines

2010.11.12 [The 21st GCOE Evening Seminar](#)

Lecturer: Masaaki Maruyama (Freelance, Editor)
Moderator: Toyohisa Fujita (Department of Geosystem Engineering / Professor)
Title: Introduction to Making Advanced Business

2010.12.20 [The 22nd GCOE Evening Seminar](#)

Lecturer: Felix Moesner (Science & Technology Office Tokyo, Embassy of Switzerland / Head)
Moderator: Toshiro Higuchi (Department of Precision Engineering / Professor)
Title: R&D and Educational Collaboration Activities Between Switzerland and Japan

2010.12.20 [The 22nd GCOE Evening Seminar](#)

Lecturer: Wendelin J. Stark (Chairman of the Micro- and Nanoscience Platform, Chairman of the Institute for Chemical and Bioengineering, Head of the Functional Material Laboratory, ETH / JSPS Fellow, Professor)
Moderator: Toshiro Higuchi (Department of Precision Engineering / Professor)
Title: Industrial and Medical Applications of Nanotechnology - Linking Mechanics to Chemistry and Biology

2011.01.14 [The 23rd GCOE Evening Seminar](#)

Lecturer: Yoshikazu Goto (Office for University-Industry Collaboration, Osaka University / Deputy Head, Professor)
Moderator: Toshihiko Koseki (Department of Materials Engineering / Professor)
Title: Creation of New Industries and Required Talent toward Globalization and Sustainable Society

● Workshop Series

2010.09.12-2010.09.19

[The First GSISH - GMSI Summer School](#)

2010.11.30-2010.12.2

[The Third Asian Pacific Workshop on Structural Health Monitoring \(APWSHM\)](#)

2011.01.31-2011.02.01

[The 3rd Aerospace Innovation Workshop](#)

2011.02.14-2011.02.19

[2011 GMSI International Workshop on Micro-scale Multiphase Flow Heat Transfer](#)

2011.03.06-2011.03.13

[2011 GMSI International Workshop on Synthesis and Modelling of Nanoscale Materials](#)

2011.03.24-2011.03.30

[2011 GMSI International Workshop on Biomicro-Nanofluidics](#)



**Global Center of Excellence for Mechanical Systems Innovation
The University of Tokyo**

7-3-1 Hongo, Bunkyo-ku, Tokyo 113-8656, JAPAN TEL/FAX: +81-3-5841-7437
E-mail: gmsi-office@mechasys.jp <http://www.mechasys.jp/>

東京大学グローバル COE プログラム 「機械システム・イノベーション国際拠点」

〒113-8656 東京都文京区本郷 7-3-1 TEL/FAX: 03-5841-7437
E-mail: gmsi-office@mechasys.jp <http://www.mechasys.jp/>