

# GMSI Newsletter

Global Center of Excellence for Mechanical Systems Innovation

Vol. **6**  
November 2010

## contents

### Conversation / 巻頭対談

- 01 **Future prospects of simulation technology**  
Visualizing invisible phenomena, creating new technologies  
Chisachi Kato & Satoshi Watanabe

シミュレーション技術が切り拓く未来  
見えない現象を可視化して、新たなモノをつくる  
加藤千幸 & 渡邊 聡

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

- 09 **Path Planning of Small Unmanned Aerial Vehicle Formations**  
小型無人航空機の編隊の経路生成
- 10 **Super-resolution Optical Inspection Using Structured Light Shift**  
変調照明シフトを用いた超解像光学式計測手法

### Activity report / 活動報告

- 08 **The 4<sup>th</sup> International Lecture**  
第4回 GMSI インターナショナルレクチャーを受講して
- 11 **2010 GMSI Summer Camp**  
2010 GMSI サマーキャンプに参加して
- 13 **International Space University Space Studies Program 2010**  
国際宇宙大学 サマースタディーズプログラム  
2010 参加報告
- 14 **Collaboration among GCOE programs**  
GCOE 連携

Conversation

## Future prospects of simulation technology

Visualizing invisible phenomena, creating new technologies

**Chisachi Kato** Professor and Director of the Center for Research on Innovative Simulation Software, Institute of Industrial Science

**Satoshi Watanabe** Professor of Materials Engineering, Graduate School of Engineering

巻頭対談

### シミュレーション技術が切り拓く未来

見えない現象を可視化して、新たなモノをつくる

**加藤千幸** 教授 生産技術研究所 革新的シミュレーション研究センターセンター長

**渡邊 聡** 教授 工学系研究科 マテリアル工学専攻

Cutting-edge simulation techniques are currently being utilized in a wide range of fields. For example, they are being used to calculate the turbulent air flow around automobiles to help reduce the energy consumption associated with aerodynamic drag, they provide useful drug discovery tools that clarify the bonding mechanisms of protein molecules, and they help in the creation of new devices by shedding light on the properties of nanoscale materials. To learn about the key roles played by simulation in the study of the extended nanospace, and the issues involved with this technology, we spoke with mechanical engineering professor Chisachi Kato and materials engineering professor Satoshi Watanabe.

車体のまわりで発生する渦を計算して空気抵抗を抑え省エネに貢献する、たんぱく質の分子の結合の仕組みを解明して創薬に役立てる、ナノスケールの材料の性質を解き明かし新しいデバイスをつくる——さまざまな分野で今、先端的なシミュレーション技術が活かされている。拡張ナノ領域の研究に欠かせないシミュレーションの役割と課題について、シミュレーションの専門家である機械工学専攻の加藤千幸教授とマテリアル工学専攻の渡邊聡教授に話を聞く。



**Chisachi Kato**

Professor Kato joined the Mechanical Engineering Research Laboratory, Hitachi Ltd. in 1984 after completing a master's course in mechanical engineering at The University of Tokyo. From 1988 - 89 he attended Stanford University in the United States, where he obtained a Master of Science degree in mechanical engineering. He went on to obtain a PhD in engineering from The University of Tokyo in 1995, after which he worked as a senior researcher in Hitachi's Mechanical Engineering Research Laboratory. He held this position until 1998. In 1999, he was appointed as associate professor at the Institute of Industrial Science (IIS), The University of Tokyo, and in 2003 was promoted to full professor and also made director of the IIS Collaborative Research Center for Frontier Simulation Software for Industrial Science. In 2008 he was made director of the IIS Center for Research on Innovative Simulation Software, and was appointed as research director on the preparatory committee of the RIKEN Advanced Institute for Computational Science in 2009. Professor Kato specializes in micro energy conversion, the prediction and reduction of aerodynamic noise, and numerical simulations of unsteady turbulent flow.

#### かとう・ちさち

1984年、東京大学大学院工学系研究科機械工学専攻修士課程修了後、(株)日立製作所機械研究所入社。88～89年、米国スタンフォード大学機械工学科に留学、Master of Scienceを取得。95年、東京大学より博士(工学)学位授与。95年、日立機械研究所第一部主任研究員。98年、同社退職。99年、東京大学生産技術研究所助教授、2003年、同所教授および同所計算科学技術連携研究センター長に就任。08年、東京大学生産技術研究所革新的シミュレーション研究センター長。09年、(独)理化学研究所計算科学研究機構設立準備室研究主幹兼務。専門分野は、マイクロエネルギー変換、空力騒音の予測と低減、非定常乱流の数値計算。

#### Satoshi Watanabe

Professor Watanabe obtained a PhD in physics from The University of Tokyo in 1989, and was granted a Japan Society for the Promotion of Science fellowship during 1988 - 89. From 1989 to 1994 he was a researcher on the Aono Atomcraft Project of the Research Development Corporation of Japan (now known as the Japan Science and Technology Agency). From 1994 to 1997 he worked as a visiting researcher at the Advanced Research Laboratory, Hitachi, Ltd. In 1997, he was appointed as an associate professor of materials engineering at the School of Engineering, The University of Tokyo, and was promoted to full professor in 2004. Professor Watanabe specializes in computational materials science, the electronic states of nanomaterials, and nanoscale electric and thermal transport.

#### わたなべ・さとし

1989年、東京大学大学院理学系研究科物理学専攻博士課程修了、理学博士。88～89年、日本学術振興会 特別研究員。89～94年、新技術事業団(現・科学技術振興機構) 青野原子制御表面プロジェクト研究員。94～97年、(株)日立製作所基礎研究所嘱託研究員。97年、東京大学大学院工学系研究科マテリアル工学専攻助教授、2004年より同教授。専門分野は、計算材料学、ナノマテリアルの電子状態、ナノスケール電気伝導・熱伝導。





# The capabilities of cutting-edge simulation technology

## 先端的シミュレーションの可能性

——先生方のご研究について教えてください。

**渡邊**——私はこれまで一貫してシミュレーションを手がけてきましたが、とくにナノ領域の電子のふるまいや材料の性質変化について研究を行ってきました。たとえば原子一つひとつを制御して新しい構造をつくるとどんな性質を示すか、つくったものを走査トンネル顕微鏡で観察したらどのように見えるか、原子スケールの新しいデバイスをつくるとどのように動作するか——こういったことをシミュレーションで調べてきました。最近では、拡張ナノ領域のサイズのデバイスやシステムの動作の中で重要な役割を演じることが多い電気伝導を中心に研究を進めていて、そのふるまいのシミュレーションや、それに関する実験データを解釈するための理論的な解析などを手がけています。

現在は電子デバイスの基盤にはシリコンが使われていますが、高性能化の限界が見えてきているため、将来的にカーボンナノチューブやグラフェン（炭素化合物の原子シート）などの新しい材料に置き換えることで、さらなる高性能化が可能かどうかを調べる研究が加速しています。また、酸化物や硫化物を利用した原子スイッチなどの新しい仕組みによるデバイスの開発にも期待が集まっています。シミュレーション技術は、ナノ領域・拡張ナノ領域のデバイスの動作を予測したり、あるいは局所的な電気抵抗の測定など、デバイスに向けての基礎的な実験の解釈を助けたりして、設計に役立てるのに不可欠な分野なのです。

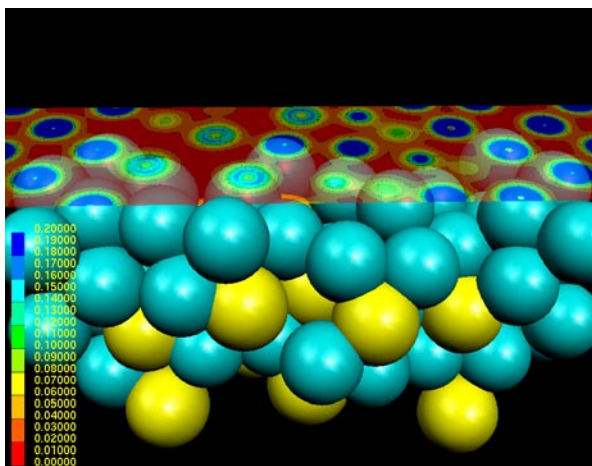
**加藤**——専門は流体工学ですが、私の場合は、シミュレーションだけでなく、半分以上のテーマで実験も手がけています。とくにここ数年は、文部科学省次世代IT基盤構築のための研究開発「イノベーション基盤シミュレーションソフトウェアの研究開発」（2008年～）など、国の大規模プロジェクトの研究代表者を務めてきたこともあり、自分自身がシミュレーションを手がけるというよりは、プロモ

Please tell us about the sort of research you're involved in.

**Watanabe:** I've always been involved in simulation, especially the study of changes in material properties and the behavior of electrons in nanomaterials. For example, I've used simulations to show how the properties of materials change when you control individual atoms to form new structures, to visualize how these structures will appear under a scanning tunneling microscope, and to understand the operation of new devices built at the atomic scale. Recently, my research has been centered around electrical conduction, which plays many important roles in the operation of devices and systems at the scale of extended nanospace. My work includes simulating this behavior and using theoretical analysis to understand the related experimental data.

Most electronic devices are currently made using silicon-based materials, but now that we are approaching the performance limits of this technology, research is intensifying in the investigation of how further increases in performance can be achieved by substituting silicon with other materials such as carbon nanotubes or graphene (a sheet of bonded carbon atoms). There are also growing expectations for the development of devices that use new mechanisms, such as atomic switches based on oxide and/or sulfide compounds. Simulation techniques are used for tasks such as predicting the performance of nanoscale devices. They also aid in designing new devices by providing researchers with invaluable tools for interpreting the results of basic device-related experiments, such as the measurement of local electrical resistances.

**Kato:** My specialty is fluid engineering, but more than half of my research involves experiments rather than only simulations. In particular, for the last several years I have been more involved in the promotion of simulation techniques in my capacity as a research representative for large-scale national projects such as the research and development of innovative platform simulation software (Research and Development for Next-Generation Information Technology of MEXT; since 2008) than



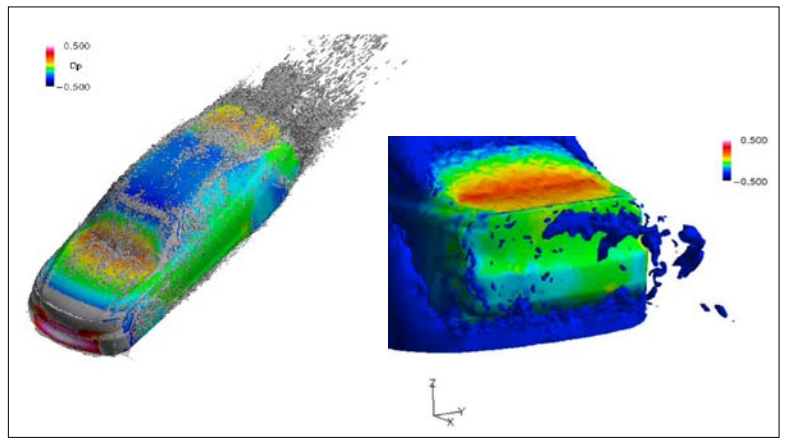
Atomic structure model and electron density of  $\text{Ag}_2\text{S}$  atomic switch  
硫化銀原子スイッチの構造モデルと電子密度

ーターの立場で活動しています。

これらのプロジェクトでは、大学の基礎研究の成果を産業界で使えるように道筋をつけるのが、私の役割です。つまり、産学連携で実際のモノに適用して、その効果を検証するところまで手がけています。このため、産業界のシミュレーションのニーズ、大学で開発したソフトウェアのマッチング、開発するソフトウェアの詳細な仕様の決定、マイルストーンの設定（事業計画）に至るまでトータルに取り組んでいます。もともと東大の生産技術研究所は、基礎研究にとどまることなく工学的な応用・実証まで取り組むことを設立の理念として掲げていることもあり、同じシミュレーション分野といっても、渡邊先生とはアプローチの仕方がずいぶん違うかもしれません。

ちなみに、現在、シミュレーション分野が注目されている背景には、ギガフロップス（ $10^9$  演算／秒）からテラフロップス（ $10^{12}$  演算／秒）、さらにペタフロップス（ $10^{15}$  演算／秒）へと、計算機の実力の指数関数的な向上があります。昨年末の事業仕分けで一躍有名になった次世代スパコンを中核としたハイパフォーマンス・コンピューティング環境（HPCI = High Performance Computing Infrastructure）も、先端的なシミュレーションを支える重要なインフラの一つです。文科省は、HPCI を活用して戦略的・重点的に研究を推進する 5 分野を掲げていますが、その中の一つが「次世代ものづくり」で、私のセンターが中核拠点となっているのです。ここでは、世の中があっと驚くような成果を挙げただけでなく、実際に使えるものにするための設計システムまで開発していきたいと考えています。

すでに成果もあがっています。たとえば、トヨタ自動車と共同で、車体の形状の最適化のために、車体の全乱流渦の運動を解析しました。現在、日本のエネルギー消費量の約 3 割を輸送部門が占めており、自動車の省エネは喫緊の課題ですが、一方で、これまでも自動車業界では省エネにしのぎを削ってきた経緯があります。そこで、より精度の



Left: Numerical simulation of airflow around an automobile

Right: Vortex structure at the rear of an automobile

左: 自動車車体まわりの空気の流れの数値計算結果

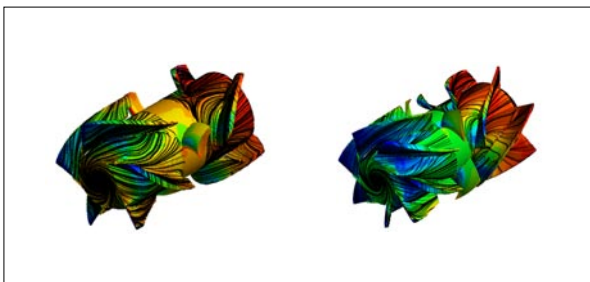
右: 車体の背後の渦の構造

actually carrying out simulations myself.

My role in these projects is to provide a bridge that allows the results of basic research at universities to be used by industry. In other words, I am involved in applying academic results to actual commercial products, and validating the results of such industry-university collaborations. This means getting involved in all aspects of the process, including ascertaining the needs of industrial simulation, matching these needs to software developed by academics, drawing up detailed specifications for this software, and setting milestones (business planning). The Institute of Industrial Science at The University of Tokyo was originally founded not just for basic research but also to work on industrial applications and verification, and even though professor Watanabe and I are both working in the field of simulation, one could say we are approaching the field from quite different directions.

Incidentally, the simulation field is seeing an exponential rise in computer processing power, with the performance of simulation systems increasing from gigaFLOPS ( $10^9$  floating point operations per second) to teraFLOPS ( $10^{12}$ ) and now even petaFLOPS ( $10^{15}$ ). The HPCI (High Performance Computing Infrastructure), which offers computer resources based on next-generation supercomputers, received widespread recognition during the national budget review at the end of last year. This system forms an important part of the infrastructure that supports cutting-edge simulations. The Ministry of Education, Culture, Sports, Science and Technology has designated five fields in which to promote strategic intensive research using HPCI. One of these is next-generation manufacturing, and is the central focus at IIS. Our aim is not only to provide the world with astounding new technologies, but also to develop design systems that can turn these technologies into products that people can actually use.

We have already had some success. For example, in partnership with Toyota, we analyzed turbulent flow around vehicle bodies in detail in order to optimize their shapes. Transport currently accounts for about 30% of Japan's energy consumption, so there is an urgent need to make vehicles more fuel efficient. On the other hand, vehicle efficiency is also a fiercely competitive area. Using cutting edge simulation technology to achieve results with greater precision, we identified



Left: Original fan geometry

Right: Optimized fan geometry determined by numerical calculations

左: オリジナルファンの形状

右: 計算機により最適化されたファンの形状

高い先端的なシミュレーション技術を用いて、自動車の燃費と関わりの深い空気抵抗を支配する渦を見つけ、この渦の発生を低減する車体形状の開発を行ったのです。これにより、模型試験レベルですが、空気抵抗を7%、燃費でいえば3%程度（高速走行時）の低減を実現しました。わずか3%と思われるかもしれませんが、これは画期的な数字といえます。そのほかにもサーバーなどに使用されるファンの騒音の低減や、これは渡邊先生のご研究と近い分野ですが、密度汎関数理論（DFT=Density Functional Theory）に基づいて電子状態を計算し、次世代半導体の開発に役立てるといった研究も手がけています。あと数年もすれば、風洞実験のような実際の実験と同等の精度でシミュレーションを行うことができるようになるのではないのでしょうか。

vortices that govern a vehicle's aerodynamic drag – which is deeply related to fuel consumption – and we have developed a vehicle shape that reduces the occurrence of these vortices. According to model tests, this should make it possible to cut aerodynamic drag by 7%, which corresponds to a reduction in fuel consumption of about 3% on the open highway. It may not sound like much, but a 3% reduction is actually quite a major achievement in this field. Other studies we've worked on include reducing the noise generated by the cooling fans in server equipment and the like, and assisting the development of next-generation semiconductors by calculating electron states based on density functional theory (DFT) – which is close to professor Watanabe's field of research. Within a few years, it may become possible to achieve simulated results that are just as accurate as the results of wind tunnel tests.

## Current issues and future prospects of cutting-edge simulation technology

### 先端的シミュレーションの課題と展開

——シミュレーションの課題、求められるブレイクスルーについて教えてください。

– What are the issues currently facing simulation technology, and what sorts of breakthroughs are needed in this field?

**加藤**——実際には、スパコンのようなハイパフォーマンス・コンピュータの性能を引き出すのは容易ではなく、そのためのソフトウェアの開発が大きな課題の一つです。また、大学の基礎研究レベルでのソフトウェアと産業界で使うソフトウェアには大きなギャップがあるのも事実。同じ研究者のコミュニティ内で使うソフトであればマニュアルがなくても、サポート体制がなくてもいいのですが、不特定多数が使うとなるとそういうわけにはいきません。

**渡邊**——かつては、シミュレーションといえばその道の専門家が計算を行っていたのですが、現在では、実験をしている研究者や企業で開発にかかわっている技術者が片手間に手がけることも多くなってきているので、誰にでも使いやすいソフトウェアを開発する必要に迫られているわけですね。

**加藤**——一方で、一口にシミュレーションといっても非常に広い分野なので、研究者自身が、どのような目的で研究をしているのか、自身の立ち位置を明確にする必要があるのではないかと思います。方法論を研究するのか、アルゴリズムを開発するのか、専門家以外の人にも使ってもらえるようなソフトウェアを開発するのか、それによってそれぞれアプローチが違う。ちなみに、先のプロジェクトでは方法論もアルゴリズムもある程度確立されている知見を用いて、ソフトウェアとしてまとめることを目的としていますから、使い勝手が求められるのです。

**渡邊**——そういう意味では、私の研究は、確立した方法論を用いた使い勝手のよいソフトウェアの開発に対して、いわばより上流に位置する、新しい方法論の開発を目指しています。とくに、ナノスケールのシミュレーション手法は、ここ数十年盛んに研究されるようになりましたが、たとえば電流による局所的な発熱を予測するシミュレーション手

**Kato**: It's actually not easy to make the best possible use of high-performance computer systems such as supercomputers, so it's very important to develop software that helps people do this. There is still a wide gap between the sort of software that gets developed at the level of basic research in universities and the software that is used in industry. Software that is used among research communities often comes with no documentation or support, but this would be unacceptable for software made widely available to a large number of users.

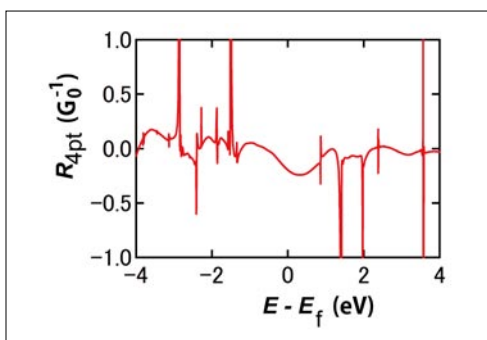
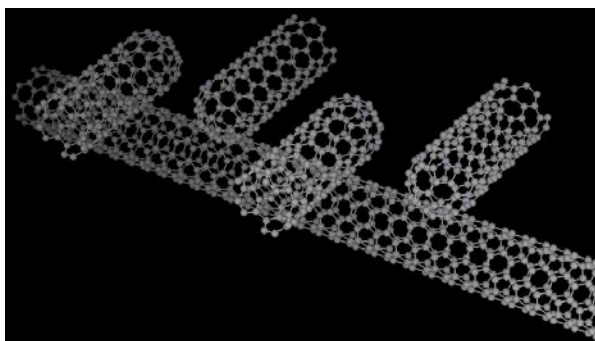
**Watanabe**: It used to be the case that simulations were performed by experts in the field. Today it is often something that experimental researchers and industrial technicians do in their spare time, so there is a growing need for software that anyone can use without difficulty.

**Kato**: On the other hand, simulation is itself a very wide field, so I think it's important for researchers to have a clear idea of their own position with respect to the objectives of their research. They will need to take different approaches depending on their research methodology, whether or not they are developing their own algorithms, and whether or not they want to develop software that can be used by non-specialists. By the way, the projects I mentioned earlier need to be user-friendly because we are aiming to develop software using knowledge of methodologies and algorithms that have already been established to some extent.

**Watanabe**: In that sense, I guess you could say my research is aimed at the development of new methodologies located upstream of the development of user-friendly software by established methodologies. In particular, nanoscale simulation methods have been actively researched over the last couple of decades, but there is still a great deal of work to be done, such as the establishment of simulation methods for predicting localized heat generation by electrical currents.

**Kato**: In a nutshell, the most important requirement of any simulation





Simulation of four-probe resistance of carbon nanotube: model and calculated spectrum

カーボンナノチューブの4端子抵抗のシミュレーション：モデルと計算結果

法の確立など、まだまだやるべきことが山積しています。

**加藤**——要するに、シミュレーションで一番重要なのは、何をやりたいのか、どういう現象を探りたいのかを明確にすることですね。それによって、方法論が決まり、モデリングを行い、アルゴリズムを導き出し、ソフトウェアを開発し、実装し、ハードの性能を引き出すように調整し、といった一連の流れが決まってくるのです。

——最終的には、シミュレーションが実験にとって代わられるようになるのでしょうか？

**加藤**——シミュレーションはあくまでも数学的に定式化してその現象を解くことです。現象を観察する実験に置き換わることはありません。そもそも、わからない現象は定式化できませんからね。とくに工学は、最終的に人間の活動にフィードバックされる学問ですから、人が実際に使うという意味においても、実験は不可欠だと思います。ただし、シミュレーションの精度が上るにつれ、シミュレーションの比重が大きくなっていることは間違いありません。

**渡邊**——もう一つのシミュレーションの大きな役割として、実験では目に見えない現象の可視化があります。先ほど加藤先生がお話になった車体の渦も目では見えませんが、ナノスケールの現象になると、観察が困難なものも多い。シミュレーションで現象を可視化することによって、実験で起こっている現象をより深く理解することができます。またシミュレーションで可視化する中で、事前には予測していなかった現象を見出すこともあります。とくにナノスケールの場合には、量子力学という確固たる基盤に基づいたシミュレーション技術が発展していますので、シミュレーションの精度が上がれば、このような発見の可能性も高まるでしょう。今までわからなかったことがわかるというのも、シミュレーションの醍醐味の一つです。

**加藤**——ナノスケールのシミュレーションは、医療の分野でも大いに期待されていますね。

現在、私たちが HPCI を使ってやろうとしていることの一つに、たんぱく質の全電子計算というのがあります。たとえば、血糖値を下げるのに必要なインスリンは6つの

amino acids から構成されています。これを正確にシミュレーションするのは、非常に難しいです。これは、分子の構造、電子の配置、そしてそれらの相互作用を正確に表現する必要があります。これは、非常に多くの計算資源を必要とします。HPCI は、このような大規模な計算を可能にするための重要なツールです。

– Finally, do you think simulations will some day replace experiments?

**Kato**: Simulations allow us to understand phenomena by modeling them mathematically, but they will never replace experimental observations. For a start, it's impossible to devise mathematical formulae for phenomena that aren't yet understood. In particular, engineering is an academic discipline that ultimately provides feedback into people's lives, so I think it's impossible to do away with testing with regard to systems that people will actually use. But having said that, the relative importance of simulation will no doubt continue to increase as simulations become more accurate.

**Watanabe**: Another important role of simulation is visualizing phenomena that are impossible to observe experimentally. For example, it's impossible to see the turbulent air flow around vehicles that professor Kato mentioned earlier, and nanoscale phenomena are often difficult to observe. By using simulations to visualize these phenomena, we can gain a deeper understanding of what is happening in our experiments. Sometimes, simulated visualization leads to the discovery of new phenomena that had not been predicted. For nanoscale phenomena in particular, simulation techniques are being developed based on the sound foundations of quantum mechanics, so if the simulation precision can be increased then we should stand a greater chance of making these sorts of discoveries. One of the great things about simulation is the way it helps us to understand things that were previously unexplained.

**Kato**: Nanoscale simulation is also expected to make a large contribution to the field of medicine.

One of the things we are currently using HPCI for is all-electron simulation of proteins. For example, the blood sugar levels in our bodies are regulated by insulin, which forms a hexameric structure comprising six molecules. When people with diabetes are given insulin, it has to take on a dimeric or monomeric form before being absorbed by the body,

分子が集まった6量体構造をしていて、そのため、糖尿病患者の方にインスリンを投与しても、二量体、単量体を経てから吸収されるため、患者さんはすぐには食事を摂ることができないんですね。そこで、即効性の薬を開発できないかということで、量子化学計算を用いてインスリンの電子軌道を読み解き、そこから分子のクラスタリングメカニズムを解き明かそうとしています。この方法を使えば、さまざまなたんぱく質の結合の仕組みを解明することができ、薬の活性の向上や新薬の開発に役立つのです。そのほかにも、抗がん剤やウイルスの突然変異の解明など、人類が到達していない未知の知見を解き明かすうえで、量子化学分野のシミュレーションは非常に重要な役割を担っていると言えます。

**渡邊**——ただし、こうした化学反応を量子力学的に解明するためには、現在最速のスパコンの性能をもってしても十分ではありません。たんぱく質のように多数の原子・電子を含む系の解析は、現状では多くの場合、原子の動きを考慮しない、すなわちスタティックな状態で行われています。しかし、実際の化学反応は動的なプロセスであり、このプロセスまで含めると膨大な計算が必要となるからです。

**加藤**——おっしゃる通りですね。先のインスリンの解析も真空状でのスタティックな計算であり、動的なプロセスは含まれていません。反応経路解析といって、どういう反応を起こしやすいかという解析までは行われ始めていますが、動的プロセスまで含めると、さらに100万倍以上の性能が必要になってくると思います。また、スパコンがいくら速くなっても、データの転送速度が間に合わなければ性能をフルに使うことはできません。計算機の長足の進歩に比べると、ネットワークの進歩はまだまだですからね。つまり、スパコンの性能を引き出す方法論やアルゴリズム、ソフトウェアの開発、膨大なデータを送信するためのネットワークの構築のみならず、どのようにHPCIを使っていくのか、研究・開発のスタイルのパラダイムシフトまで含めた包括的な取り組みが必要なのです。

which means that these people can't eat straight away after taking insulin. To help develop a faster-acting drug, we are using quantum chemical calculations to ascertain the electron orbitals of insulin in order to elucidate the molecular clustering mechanism. The same method can help clarify the bonding mechanisms of all sorts of proteins, which will be useful for improving the efficacy of existing medicines as well as developing new ones. Furthermore, quantum chemical calculations could be said to play a crucial role in advancing the frontiers of human knowledge by shedding light on viral mutations and the workings of anticancer agents.

**Watanabe:** However, even the fastest supercomputers aren't yet powerful enough to obtain quantum mechanical solutions for chemical reactions like these. For this reason, systems such as proteins that contain large numbers of atoms and electrons are currently analyzed as static systems in which the movements of the atoms are ignored; real chemical reactions are dynamic processes that require a vast amount of computation.

**Kato:** That's right. The insulin analysis I mentioned earlier is based on static calculations of molecules in a vacuum state; dynamic processes aren't included. In terms of reaction pathway analysis, we've made a start at analyzing what sort of reactions are liable to take place, but if dynamic processes were included then we would probably need over a million times as much processing power. And no matter how fast our supercomputers become, we won't ever be able to take full advantage of their capabilities unless we can get data in and out of them fast enough. Compared with the rapid progress of computers, telecommunications networks still have some way to go. Specifically, in addition to working on the development of methodologies, algorithms and software to get the best performance out of supercomputers and the construction of networks that can handle vast amounts of data, we need to work towards a paradigm shift in the style of research and development and the role of HPCI in this work.

## The role of simulation in GMSI

### GMSIにおけるシミュレーションの役割

——GMSIにおけるシミュレーションの役割と先生方の取り組みについて教えてください。

**渡邊**——シミュレーションは工学の多くの分野で重要な役割を果たしており、とくに拡張ナノ領域を扱う当拠点・GMSIにおいては不可欠な研究手法です。GMSIがRA（大学院博士課程学生）に提供する教育プログラムの中核となる講義の一つにプロジェクト・ベース学習を主とした「機械システム・イノベーション1」がありますが、この講義の中で、プロジェクト活動への準備の一環としてシミュレーションの演習が組み込まれているのも、シミュレーションの重要性を踏まえてのことです。たとえ専門でなくても、シミュレーション手法についての知識は研究のアプローチの

– Tell us about the role of simulation at the Global Center of Excellence for Mechanical Systems Innovation and your involvement with this technology.

**Watanabe:** Simulation plays an important role in most fields of engineering, and here at GMSI it's a particularly vital research tool for dealing with the extended nanospace. One of the core lecture courses in the educational program offered to RAs (PhD candidate research assistants) at GMSI is “Mechanical Systems Innovation 1”, which is mainly about project-based learning. This course includes simulation exercises as part of the students' preparation for working on projects, and these are based on the importance of simulation. This is because knowledge of simulation techniques helps to broaden one's approach



幅を広げることに役立ちますからね。このように、GMSIにおいては、研究活動はもちろんですが、人材育成活動にも積極的に取り組んでいます。

**加藤**——今後、計算機の発展とともに、工学がナノやバイオの分野で必要とされる場面がますます増えていくと思いますが、現状では、後世に知見を伝えていくための人材育成プランや学術体系が確立されていません。そこで、今後、工学がどういう方向に向かっていくのか、俯瞰的に工学の全体的ビジョンを示すことがGMSIの重要な役割なのではないかと思っています。研究で世の中の役に立つことをやることはさほど難しくないと思いますが、広範囲になりつつある工学がどこに向かっていくかを見極めるのは非常に難しい。明確なビジョンを持った教育をしていく、その一翼を担えたらと思っています。

**渡邊**——そうしたこともあって、現在、加藤先生が中心となって新しい教科書をつくっているところなのです。やはり、何か軸をもって整理、体系化していく必要がありますね。シミュレーションにおいても、個々の方法論が高度になってきているだけに、同様に整理が必要だと感じています。

**加藤**——もっとも、熱力学的にいった世の中が混沌としていくのは自明なことではありますが（笑）、エントロピーを下げる努力はすべきでしょう。工学に限らず、世の中全体がどこに向かっていくのかを考えることは非常に重要です。世の中が多様化している中、限られた時間で何を捨選択して教育していくかというのは、我々に与えられた重要な役割だと思います。同様に、若い研究者の方々には、将来どんな世界になってほしいのか、自由な発想でビジョンを描いて、それに突き進んでいてもらいたいなと思っています。

to research, even for non-specialists. In this way, GMSI is pro-active not only in research but also in the education of young researchers.

**Kato:** As computers develop in the future, I think there will be more and more situations where engineering will be required in nanotechnology and biotechnology fields, but at present we don't yet have the education plans or academic systems set up to transfer our findings to later generations. So as for the direction that engineering will take in the future, I think GMSI is playing an important role in presenting a comprehensive vision of the field of engineering. In research, I don't think it's so difficult to do things that are useful to society, but it assessing the direction that engineering will take as it encompasses an increasingly broad scope is very challenging. I think we need to provide education with a clear vision and a helping hand.

**Watanabe:** That is why professor Kato is currently orchestrating the creation of a new textbook. It really is important to have someone at the center to organize everything into a systematic whole. I get the feeling that simulation technology would also benefit from this sort of systematic treatment, even though the individual methodologies have not yet been developed to an advanced stage.

**Kato:** Well, the laws of thermodynamics clearly show that things naturally tend to become more disordered! Somebody has to try and keep the entropy levels down. It's vitally important to consider where society is heading in the future, not just with regard to engineering. As things become more diversified, I think it will become more and more important for us to offer education while carefully selecting material that can be covered in the limited time available. In the same way, I'd like to see young researchers dreaming up their own visions of how they want the world to be in the future, and pushing forward to realize these dreams.



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



# The 4<sup>th</sup> International Lecture

第4回 GMSI インターナショナルレクチャーを受講して

Research Assistant  
Daisuke Hirai  
平井大介



GMSI インターナショナルレクチャーは、各分野のトップランナーとして活躍する研究者を招き、その専門分野の基礎から最先端の研究まで数日にわたって講義を行っていただく機会である。

今回の GMSI インターナショナルレクチャーは第 4 回にあたり、Prof. Sangtae Kim (UC Davis) によって 2010 年 6 月 23 日から 7 月 21 日の間に毎週 1 回、計 5 日間にわたって繰り広げられた。Kim 先生の専門はナノイオニクスである。本レクチャータイトルは「Defect Chemistry of Interfaces and Nanoionics (界面における欠陥化学とナノイオニクス)」であり、基礎科学的にも工学応用的にも注目を集め、現在急速に発展している燃料電池の研究に直接関わるものであった。本講義にはマテリアルサイエンスを専門とする学生以外にも多くの学生が参加し、ナノイオニクスへの関心の高さを窺うことができた。

講義の内容も非常に興味深いものであったが、ここでは Kim 先生の講義スタイルに関して述べてみたい。Kim 先生のスタイルは、いわゆる対話型である。このスタイルは、受動的な講義の多い日本ではほとんど見られないものである。対話型とは、具体的には、講師が一人で講義を進めるのではなく、学生と一緒に作り上げる授業スタイルである。このスタイルは、学生が積極的に講義に参加することを促すものであり、日本人はこのスタイルに慣れ親しんでいないため、最初のうちはしり込みしてしまう学生も見られた。しかし、日本にしながら world-class であるこの講義に触れ、そして、参加することができたことはとてもいい経験になった。今回の GMSI インターナショナルレクチャーに参加できなかった人には次の機会にぜひこの臨場感を体験してほしい。

GMSI International Lectures are organized by inviting active leading researchers in various research fields. They deliver a series of lectures on their area from basics to cutting-edge researches.

The 4<sup>th</sup> International Lecture was delivered by Prof. Sangtae Kim (UC Davis) once a week from June 23, 2010 to July 21, 2010, and five slots in total were allocated. His lecture was entitled “Defect Chemistry of Interfaces and Nanoionics”. The research field of Prof. Kim is nanoionics, and is leading directly to fuel cells that recently attract much attention both scientifically and technologically. In addition to students majoring in material science, a lot of students in other fields attended his lecture, which showed their high interest in nanoionics.

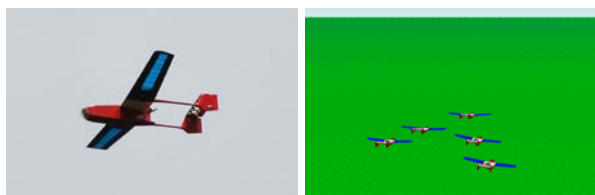
The contents of his lecture are of course very interesting and stimulating, but here, I would like to mention his lecture style. His lecture was interactive. Specifically, students were highly involved into his lecture by answering questions asked by him. This style is rarely seen in Japanese classes, where the lecture style is passive and students just listen to what the lecturer says. The interactive style encourages students to participate in lectures actively. Since most Japanese students are not accustomed to this style of lecture, some of them were intimidated at first. It was, however, a great experience for us to join a world-class lecture. I would like to say to the students who did not attend the lecture of Prof. Kim - Don't miss the next chance to attend an international lecture and have a realistic sensation of such a world-class lecture!



Lecture by Prof. Sangtae Kim



Research Assistant  
Takuma Hino  
日野 琢磨



Left: Example of Small UAV - Mitsubishi MARS07AF  
Right: Small UAVs Flying in Formation (concept)

近年、無人航空機（UAV）の研究・開発が世界各地で盛んに行われている。これは、UAV が有人機を行うにはリスクあるいはコストが高すぎるミッションにおいて有用性が見いだされているからである。数多くある UAV の中でもスパンが 1m 程度のもの（小型 UAV）は、離着陸に滑走路が必要ないなど、特に高い運用性を有している反面、航続距離の短さや、搭載できるペイロードの少なさが弱点となり、適用分野が限られてしまっている。

これらの弱点を克服する方法の一つとして、小型 UAV を編隊にて運用する方法が上げられる。渡り鳥の群れが実践しているように、航空機も密な編隊を組んで飛行することにより、機体に働く抵抗を軽減することが可能である。このことを利用することにより、小型 UAV はこれまで到達できなかった地点でのミッション実行が可能となるほか、同一のミッションをより少ないエネルギーで行うことが可能になる。例えば、似かよった方角に複数のミッション地点が存在する時、編隊を組んで目標地点に向かうことにより、エネルギー消費量を大幅に抑えることが可能である。

私の現在の研究の目標は、複数の目標地点に向かう小型 UAV の編隊の飛行経路を最適化することにある。そのために、クラスタ解析を用いた目標地点の分類と、ポテンシャル場を用いた経路生成を組み合わせた手法を提案している。この手法の最大の特徴は、障害物が存在する場合、それを迂回する必要があることを、単機の経路だけでなく、編隊の経路に反映させているところにある。

現在は、ミッション実施前の静的な問題に取り組んでいるが、今後はミッション実施途中に起きた突発的な変化に対応できるよう、手法を改良するとともに、編隊飛行の飛行試験を行うことにより、実際にどれほどの空力的なメリットが得られるのかを測定する予定である。

## Path Planning of Small Unmanned Aerial Vehicle Formations

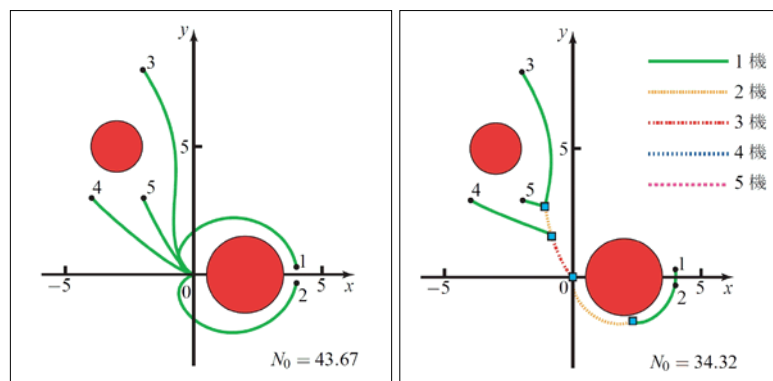
### 小型無人航空機の編隊の経路生成

In recent years, many researches and developments have been done on unmanned aerial vehicles (UAVs). This is because UAVs can efficiently perform missions which are too dangerous or costly for manned aircraft to perform. Out of the many UAVs being researched, UAVs with wingspans of around 1m (small UAV) have high operationability, as they do not require runways to take-off/land. However, small UAVs have a short cruise range and small payloads, therefore their fields of application are quite limited.

One way to overcome this limitation is to fly small UAVs in tight formations. As often demonstrated by flocks of migrating birds, aircraft can also reduce the amount of drag by flying in tight formations. With the formations, small UAVs would be able to accomplish missions in areas they could never reach before, or, perform the same mission while consuming less energy than before. For example, if there are multiple mission target points in the same direction, the amount of energy required to accomplish the missions can be dramatically reduced by flying to the targets in a formation.

In my current research, I am focusing on the path planning problem of small UAV formations. In my method, the target points are grouped by cluster analysis, and then actual paths are calculated using potential fields. The main feature of the proposed method is that it takes into account the fact that aircraft must avoid obstacles when planning not only the path of a single aircraft but also the path of the entire formation.

I am currently working on a static problem, when the environment does not change during the mission, but in the future I would like to expand the method so that it can be applied to dynamically changing environments as well. In addition, preparations for flight tests to evaluate the actual merits of formation flying are currently underway.



Left: Paths to Targets with No Formation Flying  
Right: Paths to Targets with Formation Flying



Research Assistant  
Ryota Kudo  
工藤 良太

## Super-resolution Optical Inspection Using Structured Light Shift

### 変調照明シフトを用いた超解像光学式計測手法

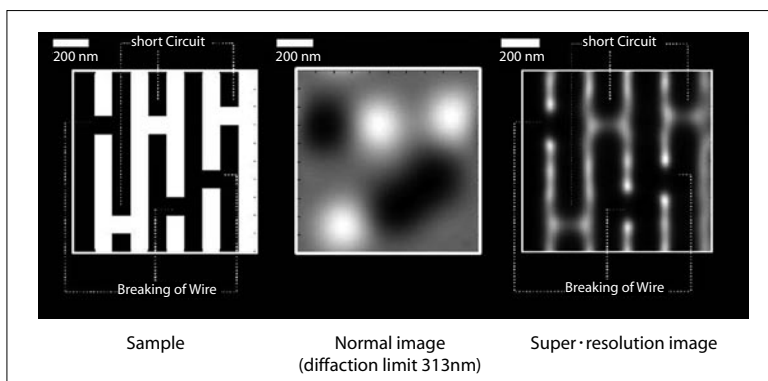
Microfabricated structures such as semiconductors and MEMS keep shrinking as nanotechnology advances, and demands for measuring microfabricated structures have increased. Optics and electron beams have been mainly used for that purpose, but the resolving power of the optics is limited by the diffraction limit, and it is generally low for defects of sub-wavelength geometries. On the other hand, the scanning electron microscope needs vacuum and induces contamination in measurement. In order to find a solution to these problems, we have proposed a novel optical inspecting method for microfabricated structures using standing wave shift.

The following is the procedure of our proposed method. The standing wave illumination is generated by two-beam interference. The standing wave illumination is scattered by the sample surface, and the scattered light is focused on a CCD imaging surface through the imaging lens. The standing wave is shifted on a nanoscale by the phase difference between the two beams in the illumination. The scattered light is then modulated by the shift of the standing wave illumination. A super-resolution image of scattering efficiency can be calculated from multiple images by the super-resolution image reconstruction algorithm.

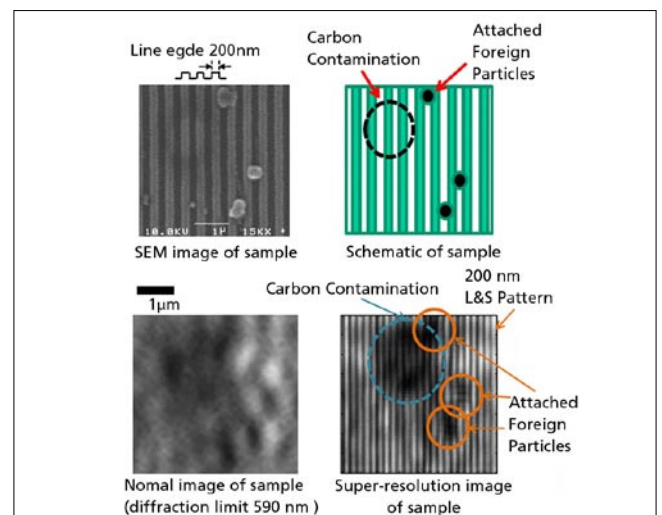
We carried out a fundamental verification of this method by computer simulation and experiments. On verification by simulation, we created a 100 nm L&S pattern sample with multiple short circuits and broken wires. As the result of super-resolution reconstruction, the structure of the line & space pattern and positions of short circuits and broken wires were detected. The result of this super-resolution experiment demonstrated that a structure having a 200 nm L&S pattern with attached foreign particles and carbon contamination, which could not be resolved by uniform illumination (diffraction limit : 590 nm), was successfully distinguished.

近年、半導体や MEMS 等の微細加工の現場において高速で高解像力を持ち合わせた計測手法が求められている。現状では光学的計測は回折限界に支配されるため解像度が十分ではなく、また SEM は真空環境が必要なため、スループット性において劣る。我々は、高解像性、非破壊性、高スループット性を持ち合わせた計測法として、変調照明をシフトさせることによる超解像光学式計測法を提案し開発している。変調照明としては現在 2 光束干渉による定在波照明を用いている。この手法は、PZT を用いて定在波照明パターンをナノオーダーでシフトさせ、複数の光散乱像を取得し、複数像に対して計算機による後処理を加えることで、定在波照明の高周波情報を解像結果に反映させ、回折限界を超えた解像を行うというものである。この手法によって 100 nm 以下の構造を高速で解像することを目指している。

本手法の基礎的検証のため、計算機シミュレーションと基礎実験を行った。計算機シミュレーションにおいては、100 nm のライン&スペース構造にショートや断線が複数あるようなサンプルに対し超解像処理を行ったところ、通常の光学系（回折限界 313 nm）を用いて解像できない構造を明確に解像することに成功した。回折限界 590 nm という条件下での実験においても、200 nm のライン&スペース構造に付着異物やカーボンコンタミネーションが存在するようなサンプルの解像に成功している。



An example of super-resolution simulation



An example of super-resolution experiment



# 2010 GMSI Summer Camp

2010 GMSI サマーキャンプに参加して

Research Assistant

Tomoyuki Hirobe  
広部 智之



Team discussion



Banquet

2010年度のGMSIサマーキャンプは7月28日より4日間に渡って静岡県伊東市の三菱重工伊豆高原クラブで行われ、46名の本学RAの学生と30名の海外様々な大学からの学生、計76名の学生が参加した。

サマーキャンプはディスカッションを通じて国際コミュニケーション力やリーダーシップスキルの向上を目指すことを目的として昨年度より開催されている。今年の合宿ではまず、参加者は10チームに分けられた。各チームはそれぞれ異なったテーマを与えられ、それに関するイノベーションの実現について議論し、最後にその結論についての発表を行った。

3日目の午後には最終発表があり、そのための準備の時間も必要となるので、実質的に議論する時間は1日程度であった。しかし、海外から来たメンバーの一人が強力なリーダーシップを発揮し、それに続き他のメンバーも協力し合って、順調に議論は進んだ。彼らと行ったブレインストーミングや議論は活発で楽しく、学ぶところが大いにあった。恥ずかしながら私は彼らの議論に時折入っていけないことがあり、英語力不足を痛感する場面もあったが、そんなときも歩調を合わせてくれて大いに助けられた。発表準備の際には各メンバーがそれぞれの役割を果たし、かなり直前となったが結果的にいい発表をすることができたと思う。

今回のサマーキャンプを通して様々なことを考え、経験をすることができた。非常に刺激的で価値のある体験であった。

The 2010 GMSI Summer Camp was held at the Izu-Kogen Club located in Ito, Shizuoka Prefecture for four days from 28<sup>th</sup> July 2010. A total of 76 people participated in this event including 46 RA students from The University of Tokyo and 30 PhD candidates from all over the world.

The main objective of the summer camp was to improve participant's international communication skill and leadership through group discussions. First, the participants were divided into 10 teams, and then each team was given a different topic and asked to propose an innovative idea about it. We also had to give a presentation about our proposal.

The final presentation was planned on the third day, and we had to prepare for it. The time we had for substantial discussion was only one day. However, one of our team members from England showed strong leadership, and we appointed him as our team leader. As a team, we all did our best to make the event successful. The brainstorming sessions and discussions with them were so exciting. I realized that there are many things I have to learn - for example, I was shy and sometimes I could not get into the discussion due to lack of my English knowledge. Even in such cases, team members were patient and helped me a lot. When we prepared for the final presentation, each member contributed to the work playing his/her role. We finished preparing the presentation at the very last minute, but we were content with our work. I learned various things and experienced a lot of things through this summer camp. It was an exciting and valuable experience.



2010 GMSI Summer Camp participants

Research Assistant

**Ai Ueno**  
上野 藍



Group Meeting

GMSI 主催のサマーキャンプは、米国、ヨーロッパ、アジア各国から総勢 70 名を超える世界トップレベルの博士課程の学生が集まり開催されるワークショップである。本年度は三菱重工伊豆高原クラブ（静岡県伊東市）において、平成 22 年 7 月 28 日（水）～7 月 31 日（土）の日程で行われた。英語のみの環境下で、10 名程度で構成されたグループが各テーマについてディスカッション、成果発表を行い、アイデア・実現可能性・プレゼンスキルの総合評価から最優秀チームを決定する。

本年度のサマーキャンプでは、昨年度の参加経験者として、企画から携わった。運営委員会では、短時間で効果的なグループワークとなるよう、チーム構成、テーマ選び、プレゼン方法などについて幾度も思考錯誤した結果、参加者がきちんとした成果を実感できるサマーキャンプとなった。また、4 日間寝食を共にし、各国の文化や互いの研究内容について知見を交わすことで、共に世界をリードする絆が生まれた。一方で、最先端で活躍するためには、日本人が不得意とするリーダーシップが必要不可欠であり、欧米諸国の学生から学ぶべきことが多分にあることを痛感した。その一例として、考えを完璧に伝えるプレゼンよりも、聴衆を巻き込み、惹きつける魅力的なプレゼンを実践で学ぶという点でもサマーキャンプは有益である。一人でも多くの学生が、この機会を活かし、世界の先導者になるための資産を蓄積して欲しい。

Every year more than 70 exceptional Ph.D. students from the world's top universities (e.g. MIT, Stanford, Cambridge, EPFL, etc.) gather to discuss their current projects and the potential influences of their results. This year's camp was held at the Izu-Kogen Club, Mitsubishi Heavy Industries, Ltd., in Ito, Shizuoka Prefecture, Japan from July 28 to July 31, 2010. In order to adapt to the international nature of the conference or workshop, all discussions and presentations were conducted in English, proving to be quite a challenge for non-native speakers. Furthermore, all participating members were divided into groups of approximately ten people and tasked with the overall judgment and comprehensive evaluation of all projects. These groups discussed each project theme, results, and any realistic implementation of the aforementioned results in the hopes of determining the camp's best team.

A few of us were participants of last year's summer camp, so this year it was our responsibility to help organize the event, as well as decide upon effective group compositions, project themes, and methods of presentation. After much thought and preparation, a successful methodology for realizing the goals of all participants was implemented. During the four-day camp, various cultures from all around the world met, conversed, and bonded through research, discussion, and a desire to push the limits of scientific knowledge for becoming internationally recognized leaders.

This camp also provides Japanese with a great opportunity to observe, and hopefully learn from, the presentation style of western students. Japanese tend to give presentations without charisma or energy, thus making it difficult to get their audiences involved. At this summer camp, it is possible to improve yourself as a scientist, by learning how to think critically, discuss, design an attractive presentation and possibly incite audience participation. If Japan really wants to become a world power on the forefront of modern technology, then these are skills that must be obtained by our upcoming generation.



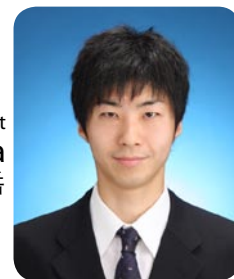
My team members before our presentation



# International Space University Space Studies Program 2010

国際宇宙大学 サマースタディーズプログラム 2010 参加報告

Research Assistant  
Takashi Yoshikawa  
吉川 岳



International Space University (ISU) は、宇宙に関する分野で活躍する人材を育成する目的で設立された国際的な教育機関である。ISU が主催する Space Study Program (SSP) では毎年夏季に 9 週間開催され、工学の他に、生物学、医学、法学、社会学など宇宙に関する幅広い分野を座学やワークショップ、チームプロジェクトを通して学ぶ。2010 年に開催された SSP10 は、6 月 28 日から 8 月 27 日まで 2 ヶ月間、フランスのストラスブールに位置する ISU の本部キャンパスで開催され、29 カ国から 120 名が参加した。私は、将来国際的な環境でディスカッションや研究開発をする際に各国の文化や国民性を知ることは重要と感じており、ISU の国際的な環境でのディスカッションやグループワークに興味を持ち、応募した。

参加して一番驚いたのは参加者の積極性であった。1 時間の講義の最後に必ず 10 分程度の質疑の時間がとられたが、10 分では足りない数の参加者が毎回挙手をしていた。私の経験では、日本の大学の講義では最後に質問の時間を取られる事自体少なく、また取られたとしても、質問する学生は数人程度かゼロである。また、講義だけでなく、グループワークでも彼らはマネージャーやサブグループリーダー、書記、エディターなどの役を自ら提案し、積極的に立候補していたのが印象的であった。チームプロジェクトの最終発表では、私もプレゼンターの一人としてグループに貢献し、有意義な経験ができた。

支援していただいた GMSI 関係者各位や ISU スタッフ、寝食を共にした参加者のおかげで貴重な経験を得た。ここに謝意を示す。

The International Space University (ISU) was founded to educate promising young leaders in the space sector. Every year the ISU organizes a nine-week summer school named Space Studies Program (SSP). The participants in the SSP study various fields related to space (e.g., engineering, biology, medicine, law and sociology) through lectures, workshops and team projects. SSP10 was held from June 28<sup>th</sup> to August 27<sup>th</sup>, 2010 at the main campus in Strasbourg, France. The number of participants was 120 from 29 countries. I think it is important to understand other cultures for working in an international environment. Therefore, I applied for SSP10, where I found opportunities to have international experiences.

During the school, active participation of the other students had impressed me. We had 10 minutes for a Q&A session after every lecture, but there were too many questions to answer within 10 minutes. In Japanese universities there is not usually a Q&A session for lectures, and even if lecturers ask for questions, only a few students raise their hands. Not only in the SSP lectures but also in team projects, the participants were active; they proposed a collaborative organization and played the roles of manager, leader, secretary and editor. I also contributed to our team as one of the presenters at the final presentation and had fruitful international experiences.

Finally I would like to thank the GMSI staff and the ISU staff for supporting me to attend the SSP10. I also thank the other participants for sharing a wonderful time.



Final presentation



Opening Ceremony



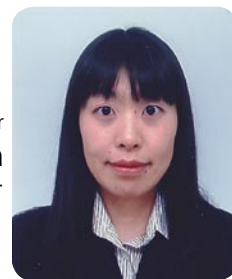
# Collaboration among GCOE programs

GCOE 連携

Assistant Professor

Kanako Harada

原田香奈子



Presentation

今まで GCOE 拠点間の連携はほとんど行われていなかったため、本 GCOE 特任教授の横野泰之教授により、機械系 GCOE 拠点の合同ディスカッションが企画された。2010 年 9 月 6 日、2010 年度機械学会年次大会にて「世界で活躍する若手研究者の育成に向けた大学院博士課程教育」のセッションが開催され、機械系 GCOE7 拠点（東大、東北大、名大、阪大、慶大、早稲田、東工大）の拠点リーダーと関係者が参加した。各拠点における博士課程教育の取り組みが紹介され、博士学生の進路などについて活発な議論がなされた。特に、産業界でもリーダーシップがとれる博士を育成するという教育方針を企業に周知することが重要であるとの結論に至り、企業界代表者と学生の対談という形で新聞広告が掲載されることとなった。広告は、11 月 8 日、日本経済新聞と日経産業新聞の朝刊全国版に掲載されたので、ぜひご参照いただきたい。

一方で、GCOE 拠点間若手研究者同士の交流も進んでおり、機械・土木・建築・その他工学における GCOE14 拠点の若手有志により、第一回未来創造会議が開催された。会議は 2010 年 9 月 24-25 日に大阪大学吹田キャンパスにて開催され、50 名を超える若手研究者達が集まった。会議では、未来を創造する技術についてのレクチャーの後、グループに分かれて未来創造技術を提案した。同じ工学系とはいえ、研究分野が全く異なる同年代の研究者とディスカッションする機会は非常に貴重であり、刺激的であった。これらの交流を今後の活動に生かしたい。

A special session was organized by GMSI Prof. Yasuyuki Yokono during the 2010 Mechanical Engineering Congress to promote collaboration among GCOE programs and discuss Ph.D. education. The session was entitled “Ph.D. program to foster young researchers with international competence”, and the leaders of 7 GCOE programs in the field of mechanical engineering joined the session. They introduced the educational strategy in their program, and many questions were asked about career possibilities for Ph.D. students. They all agreed that GCOE educational activities, which are to foster young leaders in both academia and industry, should be disseminated to the society, especially people in industry. Two pages of advertisement on an interview with the CEO of a large cooperation and Ph.D. candidates of the 7 GCOE programs were run in two major newspapers—The Nikkei Shimbun and Nihon Keizai Sangyo Shimbun—on Nov. 8<sup>th</sup>, 2010.

In addition, “Conference for Future Creation” was organized by young researchers from 14 GCOE programs in the fields of mechanics, construction and others. More than 50 young researchers from all over Japan participated to the conference held on Sep. 24<sup>th</sup> and 25<sup>th</sup>. After having two keynote lectures on future technologies, the participants were divided into groups of 5-6 persons and discussed possible future technologies that may bring breakthroughs and innovations. All of the participants are in the field of Engineering, but the research topics are very different from each program. It was very stimulating to exchange opinions with young researchers of the same generation, and it was nice to create a future vision together with them. We hope to continue this conference series to create a community of young GCOE researchers and students.



Conference for Future Creation



**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](mailto: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](mailto:gmsi-office@mechasys.jp) <http://www.mechasys.jp/>