

# GMSI Newsletter

Global Center of Excellence for Mechanical Systems Innovation

Vol. **15**  
February 2013

## contents

### GMSI Discussion / GMSI 座談会

#### 01 Results and Future Remarks Regarding the Global COE Program

On the Quality and Developments Required by Doctoral Human Resources

Yoichiro Matsumoto + Noboru Harata +  
Mamoru Mitsuishi + Yasuyuki Yokono

グローバル COE プログラムの成果と今後の展開

博士人材に求められる素養と教育について

松本洋一郎 + 原田 昇 + 光石 衛 + 横野泰之

#### 07 GMSI Research Achievements

グローバル COE「機械システム・イノベーション国際拠点」における研究成果

#### 07 Multi-scale simulations of energy conversion devices from first-principles

革新的マルチスケールシミュレーションによる燃料電池マルチスケールモデリング

Tomofumi Tada / 多田朋史

#### 09 Toward the new applications of Highly-intensity focused ultrasound (HIFU)

集束超音波治療の応用にむけて

Kanako Harada / 原田香奈子

#### 11 GMSI Education Achievements

グローバル COE「機械システム・イノベーション国際拠点」における教育成果

Yasuyuki Yokono / 横野泰之

#### 13 GMSI Educational Program / GMSI 講義科目

#### 14 Activity report / 活動報告





## Results and Future Remarks Regarding the Global COE Program

### On the Quality and Developments Required by Doctoral Human Resources

Yoichiro Matsumoto \*1 (Managing Director, Executive Vice President, Professor)

Noboru Harata \*2 (Dean of School of Engineering, Professor)

Mamoru Mitsuishi \*3 (Vice Dean of School of Engineering, GMSI Program Leader, Professor)

Yasuyuki Yokono \*4 (Project Professor, School of Engineering)

GMSI 座談会

## グローバルCOEプログラムの成果と今後の展開

### 博士人材に求められる素養と教育について

松本洋一郎 \*1 理事・副学長・教授

原田 昇 \*2 大学院工学系研究科 研究科長・教授

光石 衛 \*3 大学院工学系研究科 副研究科長・GMSI プログラムリーダー・教授

横野泰之 \*4 大学院工学系研究科 特任教授

In March of this year, the Global COE Program for Mechanical Systems Innovation (GMSI) will end. Looking back at how the program has been implemented so far, we asked the opinions on the results and for remarks regarding the future of the Global COE (GCOE) program at the University of Tokyo from the program's members, including Managing Director Matsumoto, Executive Vice President of the Central Administration, who leads the GCOE projects for the entire university; Prof. Harata, Dean of the Graduate School of Engineering, who supervises GCOE engineering projects; and Prof. Mitsuishi, the GMSI Program Leader.

本年 3 月、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」(GMSI) が終了を迎える。東京大学におけるグローバル COE プログラム (GCOE) の活動を振り返り、その成果と今後の課題について、全学の GCOE を率いる本部の松本理事・副学長、工学系の GCOE をとりまとめる原田工学系研究科長、GMSI の拠点長を務める光石教授に話を聞いた。



### なぜ、博士課程の学生に教育が必要なのか

横野—現在、東京大学では、全国 140 の GCOE 拠点のうち、21 拠点が採択され、各拠点でさまざまな取り組みをしてきました。GMSI は今年度で終了し、昨年度で終了した拠点とあわせて、東京大学のほとんどの GCOE が終了となります。本日は、GCOE を振り返り、その成果と課題、今後の展開についてお話いただければと思います。

まずは、東京大学におけるグローバル COE プログラムの概要と取り組みについて、松本先生からお話してください。

松本— GCOE は文部科学省の主導で始まった試みですが、その目標として掲げられていたのが博士課程の学生の教育

### Why is PhD student education necessary?

Yokono — Currently there are 21 GCOE programs at the University of Tokyo out of 140 programs nationwide, each with a unique strategy. The GMSI will end this fiscal year, which along with the programs that ended last fiscal year, will leave most of the University of Tokyo's GCOE programs concluded. Today, looking back on the programs, we will hear about the results, challenges and remarks concerning the future of GCOE programs.

First, we would like to hear about the outlines and strategies of the Global COE programs at the University of Tokyo from Prof. Matsumoto.

です。これ以前の取り組みとして実施されていた 21 世紀 COE は教育だけでなく研究にも重点が置かれていましたが、GCOE はとくに博士課程の学生の教育に軸足を置いたところに特徴があります。

なぜ、博士を対象にするかという、グローバルスタンダードで見たときに、さまざまな分野で中心的に活躍している人材の多くが、博士を取得しているからにほかなりません。従来、日本の博士は、その後もアカデミアに残って専門分野の研究に従事することが多かったのですが、世界的に見ると、むしろ博士の多くが社会と連携しながら広範に活躍している。博士というのは、専門的かつ深い軸を持ちながら、自らの知識や知見をさまざまな分野に展開できる能力を持ち合わせているからでしょう。そうしたことから、日本でも、グローバルな活動を展開していくうえで、博士課程の学生の教育がきわめて重要な課題となっているのです。

こうした課題を受けて、東京大学では、研究だけでなく、他分野へ横展開ができるようなスキルやマインドを身につけた学生を育成し、日本のため、そして人類のために活躍できる優秀な人材を輩出したいと、GCOE においてさまざまなプログラムを実施してまいりました。本部の役割としては、内部に GCOE 推進室を設け、東大内の GCOE の活動を見える化し、各担当者が動きやすい体制づくりをするとともに、横の連携や調整に尽力してきました。

**横野** 一次に、原田先生から工学系研究科の GCOE の取り組みについてお話をください。

**原田** 工学系研究科において、とくに博士人材の輩出は重要な目標の一つであり、「博士は世界へのパスポート」をキャッチフレーズに教育に取り組んでいます。今後、少子化により 2060 年には 18 歳人口が現在の半分になると予測されていますが、東大から輩出する博士の数は減らさず、むしろ現在の倍の年間 700 人程度に増やすことを目標にしており、そうした意味でも、GCOE は大変重要な役割を担ってきたと思います。

とくに東大の場合、7 つの拠点が工学系のすべての分野をカバーし、学生全員がいずれかの拠点に参加できるという、他大学にはない恵まれた環境下にあります。また、それぞれで分野融合的なプログラムを設置し、インターディシプリナリーな教育を行っています。なぜなら、いまや先端的研究は学際的な取り組みの中で世界と競争しているわけで、そのマインドを教育にも取り入れる必要があるためです。また、東大の工学系博士課程では留学生が半数近くと多く、さまざまな国や地域の文化を吸収するうえでも優れた環境下にあります。そういう利点が生かされた教育プログラムを用意することができたと思います。

**横野** 引き続き、光石先生から GCOE 「機械システム・イノベーション国際拠点」(GMSI) の取り組みについてお話をください。

**光石** GMSI では、教育はもちろん研究にも注力していて、マイクロメートルオーダーとナノメートルオーダーの中間領域の現象を解明・制御することで、環境に配慮した持続的社会的形成と、健康・福祉、安全・安心な社会の構築に貢献すべく、革新的な機械をつくることを目標に掲げてい

**Matsumoto** — The GCOE is an attempt that was initiated by the Ministry of Education, Culture, Sports, Science and Technology (MEXT) that aimed to train students in doctoral programs. Unlike the previously implemented 21st Century COE that only focused on education, the GCOE also places emphasis on research that is uniquely centered on the development of doctoral students.

It was targeted to doctoral students because in looking at global standards, we found that many successful people who actively engage in a variety of fields possess a doctoral degree. Traditionally, Japanese PhD graduates primarily stay within the academic arena and perform research in their areas of expertise. However, if we look at other places around the world, many people with PhDs have gained broad success by working within society. To be a PhD holder means that in addition to possessing deep knowledge in a focused area, one has the ability to extend this knowledge and experience into various fields. Because of this, the development of doctoral students becomes a crucial challenge in order for Japan to continually expand globally focused activities.

Taking on this challenge, at the University of Tokyo we develop and educate students so that they will possess the skill and a mindset not only for research, but also the ability to horizontally extend themselves into other areas. With a desire to produce the best human resources that can contribute to Japan and to humanity, we have implemented a variety of programs in the GCOE. The role of the university's central administration is to set up internal GCOE offices, visualize GCOE activities inside the University of Tokyo and to create an environment conducive for project leaders to implement their programs and be instrumental in horizontal cooperation and coordination.

**Yokono** — Next, we would like to hear from Prof. Harata about the implementation of GCOE programs in the Graduate School of Engineering.

**Harata** — In the Graduate School of Engineering, we implement the slogan “a PhD is a passport to the world” in our education system, with one of the main purposes to produce qualified doctoral human resources. Due to Japan's low birth rate, the number of people aged 18 is predicted to be half the current number by the year 2060. In my opinion, in order to maintain the number of PhD graduates from the University of Tokyo, and even to reach the target of doubling the current number to 700 per year, the GCOE project will play a very important role.

For the University of Tokyo specifically, because the seven GCOE projects cover the entire range of engineering fields, all students in the Graduate School of Engineering have the opportunity to join, a privilege that is not available at other universities. In addition, we offer interdisciplinary education by setting up programs that combine a variety of fields. The reason for this is because we are currently in fierce competition with the rest of the world regarding the implementation of interdisciplinary cutting edge research. It is important to assimilate and nurture that mindset in the students' way of thinking. In addition, because the number of foreign students in the Graduate School of Engineering at the University of Tokyo comprises more than half of the entire student population,

ます。具体的には、革新的な医療福祉機器やエネルギー変換機械、航空機・自動車、情報関連機器等の創出を目指すというもので、機械だけでなく、化学や材料なども含めた7専攻の教授が集まり、学際的な取り組みによりプロジェクトを推進してまいりました。

また、教育については、基礎や専門だけでなく、情報や倫理に関するリテラシー、コンピテンシー（課題設定・解決力・リーダーシップ・責任感・遂行力）の育成に注力してきました。これは従来の教育にはない新しい視点と言えるでしょう。当然のことながら博士には専門性が不可欠ですが、今後は、社会からのニーズを踏まえた上での専門性とリテラシー、コンピテンシーの両方を備えていることが求められていくのだと思います。

## 社会が求める博士の役割とは？

**横野**— 今、光石先生から少しお話がありましたが、今後、社会がどういった博士人材を必要としているのか、さらにお話いただけますでしょうか。

**松本**— 現在、産学協働人財育成円卓会議において、イノベーション人材の育成についてさかんに議論が行われています。

今後は、戦後の高度経済成長時の追い付け追い越せ型のロールモデルから脱して、自らフロントランナーとしてのロールモデルを築いていく必要があるのでしょう。そもそも博士というのは、専門分野において新たな知見を発見することを生業としてしているわけで、新しいものをつくり出し、伝承していく方法論を携えている人たちです。そういう能力をもった人が活躍してこそ、イノベーションを生み出すことができます。つまり、発明（インベンション）を、横展開することでイノベーションに変えていくことが、これからの課題であり、それができなければ、将来、日本は世界のなかで遅れをとることになりかねません。

なお、GCOEは今年度で終了しますが、文科省では引き続き、「博士課程教育リーディングプログラム」を用意しており、産官学にわたる横への展開力をもった、グローバルに活躍するリーダーの育成を始めています。東大においても、GCOEでの成果と課題をリーディングプログラムへと引き継ぎ、よりいっそう、社会のさまざまな課題に

the school represents an excellent environment in which to absorb the culture of each country and region. I think that we have prepared educational programs that utilize such advantages.

**Yokono** — Continuing, we would like to hear from Prof. Mitsuishi about the implementation of the GCOE program for Mechanical Systems Innovation (GMSI).

**Mitsuishi** — In the GMSI, we focus not only on education but on research as well. By clarifying and controlling phenomena in the intermediate scale between micrometer and nanometer orders, we aim to build innovative machines and contribute to the formation of a sustainable, healthy, welfare, safe and secure society with minimum negative impact on the environment. Specifically, we aim to construct novel medical and welfare apparatuses and energy conversion devices such as automobiles, aircraft and information-related equipment by implementing interdisciplinary projects that involve experts in not only mechanical engineering, but also chemistry and material science, with contributions from professors in a total of 7 departments.

In addition, in relation to education, we focus on developing not only the basic science or specific technical skills of the students, but also their literacy, competency, leadership, sense of responsibility and performance ability in relation to ethics and information. This is not a traditional education method, but can rather be categorized as a new perspective. Understandably, it is essential that a PhD holder possess sound knowledge in his/her area of expertise, but going forward I think that it is also important to possess expertise and literacy, competency based on the needs of society.

## What are the functions of PhD holders that society requires?

**Yokono** — Having heard from Prof. Mitsuishi, we would now like to hear more about what the qualities of doctoral human resources are that society will require in the future.

**Matsumoto** — Currently, discussions on how to develop human resources for the sake of innovation are being carried out actively in the Round Table Congress on Human Resource Training through Industry-Academia Cooperation.

In the future, we must move on from the post-war role model of “Catch-up and overtake” to building a role model with ourselves as the front-runners. For this, PhD holders have to be the leaders because innovation (creating new things, finding and passing on new methods) in their areas of expertise is their day-to-day work. Through the activities of people with such abilities, we can continue to thrive with innovation. In other words, the challenge is to turn “invention” to “innovation” by horizontal expansion. If we cannot take this on, Japan will remain behind the rest of the world as we move into the future.

Although the GCOE project will finish by the end of this fiscal year, MEXT is preparing the next project, “Leading Graduate School Doctoral Program” to start on the development of leaders who can play an active role globally and have the ability to take various leading positions across industry, government and academia. The University of Tokyo will carry over the results and challenges of the





対して、スマートに、合理的に解決していけるような人材を輩出していきたいと考えています。

**横野**—工学系ではいかがですか？

**原田**—周知のように、東日本大震災の後、工学の在り方が問われることになりました。それは従来の学問体系のままでは、実社会の問題を解くことが困難であることを意味しています。たとえば、私の専門は交通ですが、交通問題を総合的に解決するためには、土地利用や社会制度、さらには心理学や社会学など、幅広い分野と連携しながら問題を解かなければなりません。

したがって、博士課程の学生には、自分で課題設定をして、優先順位を決め、スケジューリングして課題に取り組み、オリジナリティのある知見を生み出してほしいと願っています。そういう素養を身につけることで、実社会の問題へとテーマを広げて取り組むことが可能になるのだろうと。GCOE の教育プログラムは、その基本的な能力を養うことに貢献できたのではないかと思います。

今後も、工学が未来をつくるという気概で、超高齢化社会や地球環境問題など、社会の多様な問題に果敢にチャレンジするようなタフな人材を育てていきたいですね。

**光石**—経団連が主宰する産業競争力懇談会（COCN）や、東大を含む 8 大学工学部長会議においても、博士人材の育成が重要課題としてあげられているように、高度人材育成が日本の喫緊の課題なのです。そういった意味では、東大に限らず、今後はさらに、他大学とも連携しながら博士の育成に取り組んでいくべきだと思っています。

また、昨今の厳しい経済状況を受けて、企業が人材育成にかかる余裕がなくなってきていることから、失敗体験を含めて、大学で実社会に即した人材育成をしていかなければならない状況にあります。また、今後、企業が新たな展開を図るうえで、分野融合が不可欠です。そう考えると、今後はますます産学連携で課題解決にあたっていくという場面が増えていくことになる。そうした場面で活躍できる、多彩な能力をもった人材を育てていく必要があると思っています。

---

## GMSIでの取り組みと成果

**横野**—そういった社会のニーズに応えるために、GMSI でどのようなプログラムを実施してきたのか、お聞かせください。

**光石**—とくに特徴的なプログラムが、Project based learning(PBL) です。さまざまな専攻の学生が集まり、それぞれ専門以外の分野をテーマに課題解決に取り組むというものです。PBL はそれなりに負荷がかかるので、自らの研究にシワ寄せが生じるのではないかと心配する学生もいますが、参加した学生の多くは大変有意義だったと言っていますし、課題を持ち込んでくれた企業からも大きな評価を得ることができました。これまで、博士課程では専攻を超えた交流はほとんどなかったのですが、PBL により横のつながりが生まれたことも非常によかった点です。また現在、専攻を超えた副指導教員制度を設けており、これも GCOE がきっかけで実現した取り組みで、専攻の壁

GCOE projects to the Leading Graduate School, aiming to nurture human resources that can solve the challenges that society faces today in a smart and reasonable way.

**Yokono**— How about the Graduate School of Engineering?

**Harata**— It is well known that following the Great East Japan Earthquake, the excellence of engineering was called into question. That basically means that it is difficult to solve real-world problems using traditional knowledge systems. For example, my area of expertise is traffic. In order to comprehensively solve traffic problems, we need thorough knowledge in broad fields such as land utilization, social systems, psychology and social sciences.

I therefore expect doctoral students to be able to identify problems by themselves, prioritize tasks, deal with problems by scheduling and produce solutions with a high degree of originality. By assimilating such qualities, I am certain that they can expand into solving real-world problems in society. I think that the GCOE educational programs contribute to the development of such basic abilities.

In the future, with the spirit of “Engineering builds the future”, we would like to nurture resilient human resources that can enthusiastically challenge the myriad of social problems that exist such as a super-aging society, environmental problems, and others.

**Mitsuishi**— Even in the Council on Competitiveness-Nippon (COCN), which was launched by the Japan Federation of Economic Organizations and the Congress of the Deans of the School of Engineering from 8 universities including the University of Tokyo, advanced human resource development has been identified as a pressing issue in Japan, with the development of doctoral human resources emerging as a key factor. This means that from now on, we need to implement a strategic doctoral human resource development program, not only at the University of Tokyo, but also in cooperation with other universities.

In addition, because of the recent economic downturn, fund allocation for human resource development at companies has dropped significantly. Because of this, it is necessary for universities to develop their own human resource development programs that benefit real world situations. Furthermore, in helping companies to realize new developments in the future, interdisciplinary programs are essential. With that in mind, I believe that problem solving by industry-academia cooperation will increase significantly in the future, and it is crucial that we develop human resources with diverse abilities who can work under these circumstances.

---

## Results of GMSI implementation

**Yokono**— To respond to the aforementioned needs of society, we would like to know what kind of programs GMSI has implemented.

**Mitsuishi**— One program in particular that is very special is Project Based Learning (PBL). In this program, students from various departments gather and work on certain topics outside their fields of study and come up with business solutions. Although PBL carries with it a certain number of duties that may interfere with one's research activities, many students who took part in it mentioned

を取り払うことにつながっています。

それから、サマーキャンプは、コミュニケーション能力やリーダーシップを養ううえで大変効果的でした。これは、日本人が1/3、学内の外国留学生が1/3、海外から招聘した学生が1/3という割合で行う、合宿形式のディスカッションです。日本人の学生は、語学の面で最初こそ悔しい思いをしていましたが、徐々にリーダーシップを発揮するようになりました。先日、インドで開催されたセミナーで、サマーキャンプに参加した学生が積極的に発言している姿を見て、大変頼もしく感じました。

いまや、工学系の博士課程を卒業した人の半分が、企業に就職する時代です。しかも、ある企業の追跡調査では、修士よりも博士を修了した人のほうが出世が早いというデータもあり、これからは就職に有利になるのではないのでしょうか。就職後の仕事にも生かすことができる、さまざまな取り組みがなされているのです。

**横野**— GCOE では、Research Assistant(RA) 制度によって、博士課程の学生を経済的にも支援してきましたね。

**原田**— GCOE の後継として、文科省による「卓越した大学院拠点形成支援補助金」の名のもと、RA 経費を賄えることになっています。工学系の博士課程の学生に対しては、一定のルールの下に、セーフティーネットとして全員に月5万円、優秀な学生には月12万円の支援制度を用意しています。ということで、東大の博士課程に進学する学生については、経済的な心配をせずに研究に専念できる環境は整っていると言えます。ただ、国全体の経済状況がよくなかなかで、今後もこうした体制を維持していくためには、補助金に頼るのではなく、新しいシステムの構築が不可欠でしょう。

たとえば、米国では、各教授が獲得した研究的資金の中から、RA 経費を賄っている。そうすることにより、最先端の研究の現場で働く若い研究者に手厚く遇しているのです。それが健全な姿ではないのでしょうか。もっとも、そのためには、その対価に値する働きをしているかチェックして、合理的なサポートをしていかなければならないと思います。

就職については、東大・工学系研究科を修了した博士の追跡調査の結果、5年後には95%が定職について、さまざまな分野でグローバルに活躍しています。そういう面をさらにアピールすることで、博士に進学する学生をもっと増やしていきたいですね。

**松本**— そういう意味では、我々教員も、学生にもっと夢を与えられるよう、より魅力的な存在でなければなりません。そのためには、研究者がもっと研究に専念できるような環境を整える必要があるでしょう。先日、ノーベル賞を受賞された山中伸弥先生が、「日本の大学には研究者と事務しかいないが、アメリカにはその二者のほかに、研究をサポートする人材と体制が整っている」と話されていました。まさにその通りで、これからは研究のサポート体制が不可欠です。

そうしたことから、現在、文科省では、研究大学等において、研究者とともに研究活動の企画・マネジメント、研究成果活用促進を行う、University Research

that it is a very meaningful and useful program. We even received highly positive feedback from the industries that provided the problems to be solved. Prior to this, there had been no meaningful communication in doctoral education beyond the departments that provided it. With PBL, we were able to create parallel connections among students from different fields, and this is an excellent point concerning this program. In addition, the recent graduation system development regarding PhD dissertations that consists of adding a secondary adviser from outside the department was the result of efforts brought about by the GCOE. Through innovations such as this, we hope to tear down the “walls” that constrain each department.

In addition to this program, significant results in developing communication abilities and leadership have been achieved at Summer Camps. Participants in this program are comprised of 1/3 Japanese students, 1/3 internal foreign students and 1/3 foreign students invited from abroad. The students gather together and engage in discussions at a summer camp. Although at first it was difficult for Japanese students due to the language barrier, we have been observing a gradual improvement in their leadership skills. Yesterday, at a seminar in India, I observed a student who participated in a Summer Camp speak very actively, which gave me a feeling of satisfaction about the program's results.

In the current era, half of the graduates of doctoral programs in the Graduate School of Engineering work in industry. Moreover, one company's follow-up study has shown that PhD graduates are promoted more rapidly than those with a Master's degree, so obtaining a PhD degree should not be considered disadvantageous to one's employment potential. On the contrary, having a PhD is often advantageous in the long run, for example it is possible to retain a job after retirement.

**Yokono** — In the GCOE, the Research Assistant (RA) system also supports doctoral students financially, right?

**Harata** — After the GCOE, a new project from MEXT called “Subsidy Support for the Formation of Excellent Graduate School Centers” will cover the budget required for RA expenses. For doctoral students in the Graduate School of Engineering, a support system has been proposed in which, after meeting certain requirements, each student will receive 50,000 yen per month as a safety net, with outstanding students receiving as much as 120,000 yen per month. With this system, it is our hope that the doctoral students in the Graduate School of Engineering at the University of Tokyo can be in a conducive and well-equipped environment that allows them to concentrate on research without worrying about their individual economic situations. Nevertheless, with the current instability of the national economy, we need to construct a new system that does not rely on government subsidies to maintain such a support system in the future.

For example, in the USA, RA expenses are covered by each individual professor's research funding. In so doing, they are able to provide generous reimbursements to young researchers that work in cutting edge research fields. Don't you think that such an environment is a healthy one? However, in order to do this, I think



Administrator (URA) の育成を始めています。こうした取り組みの成果が出てくれば、博士に進学したいと思う学生ももっと増えるでしょうし、サポート側にまわりたいと考える学生も出てくるだろうと期待しています。

**横野**— 今後の具体的なプログラムについてはいかがですか？

**光石**— GCOE はさまざまな教育プログラムを試す期間だったと思いますが、PBL やサマーキャンプのように成果のあったプログラムは、今後も継続していきたいと考えています。また、専攻間横断型プログラムとして「機械システム・イノベーション」プログラムも継続する予定です。

ただ、こうしたプログラムの継続には経費がかかりますので、その捻出にさまざまな工夫が必要です。場合によっては企業とも協力し、その中から社会の課題解決に貢献していくといったこともできるのではないかと考えています。

**松本**— 経費の問題は大きいですね。国の補助金など、不安定な経費で賄うのでは限界がありますから、東京大学としてどうするのか、検討を重ねていかなければならないと考えています。現在、大学に対する国からの運営費交付金は年々減らされている状況で、研究費として獲得する競争的資金のほうが多くなりつつある。そう考えると、やはり、今後は獲得した競争的資金の中から運営費などの間接的な費用も賄っていかざるを得ないでしょう。そうした持続可能な構造を大学としてどう構築していくかということも、我々の今後の大きな課題です。

**横野**— 私自身も、東大の教育プログラムの継続と発展に、今後も注力してまいりたいと思います。本日はありがとうございました。

that we need a system to evaluate the activities that deserve such support and provide a rational amount of support accordingly.

As mentioned by Prof. Mitsuishi, a general perception exists that having a PhD is disadvantageous for one's employment outlook. However, the results of a follow-up study have shown that all PhD graduates from the Graduate School of Engineering at the University of Tokyo have steady jobs and play active roles globally in various areas of expertise 5 years after their graduation. With that as a strong point of focus, we hope to increase the number of students enrolled in doctoral programs.

**Matsumoto** — With that in mind, for teaching staff to be able to pass on the “dream” to the students, it is important to support staff development. To do so, it is crucial to create an environment that allows researchers to fully concentrate on their research. Yesterday, Nobel Laureate Prof. Shinya Yamanaka mentioned that “Japanese universities contain researchers and administrative staff only. In the USA, however, a human resources and support system for research exists as well.” In the future, I believe that having a research support system will be essential.

From this, the development of a University Research Administrator (URA), a system for planning and managing research activities and also to promote the utilization of research results in research-oriented universities, is currently underway in MEXT. When this is implemented, I think that the number of students who will want to enroll in doctoral programs will increase even more. I would even expect that there will be students who want to be active within the support side.

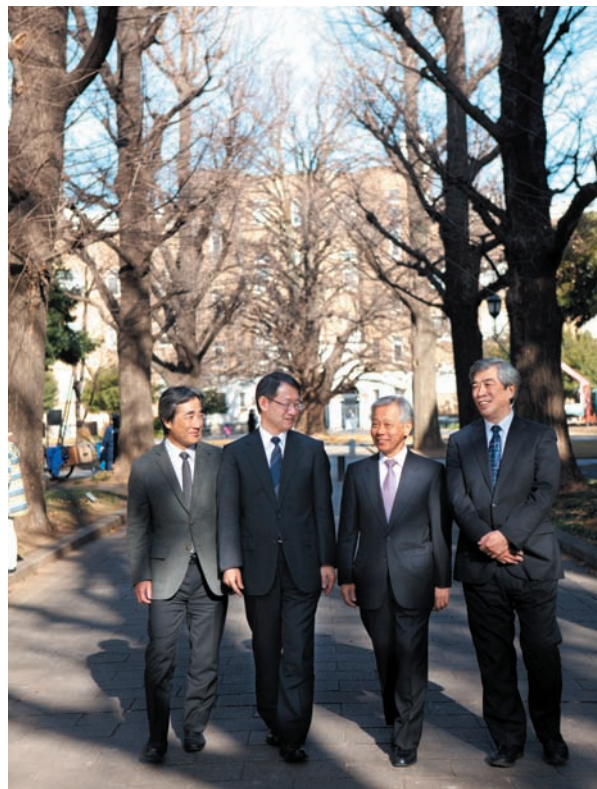
**Yokono** — How about any specific programs for the future?

**Mitsuishi** — The GCOE was an experimental period in which we could try out various educational programs, and I think that the programs that gave concrete positive results such as PBL and Summer Camp should continue. Furthermore, “Mechanical Systems Innovation” as an interdisciplinary program will also continue.

However, to continue such programs, much money is required, so it is important to work out a variety of plans. Based on these circumstances, we plan to request the necessary support from industry, since from these programs we are able to produce various business solutions that can contribute to society.

**Matsumoto** — I think that the funding matter is important. Because there is a limit to our dependence on government subsidies and other unstable funding sources, I believe that we need to consider carefully what the University of Tokyo needs to do. Currently, the amount of subsidies for university operating expenses provided by the government has been declining every year, and there are more competitive research funds available. In this situation, I think that in the future we will be forced to finance operations and indirect costs from competitive funds that we are able to acquire. In the future, how to construct a university as a sustainable structure will still be a major challenge.

**Yokono** — I myself also wish to focus on continuing to develop educational programs at the University of Tokyo in the future. Thank you very much for today.



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

## Tomofumi TADA

Associate Professor, Tokyo Institute of Technology  
(former position: GMSI Project Associate Professor)

多田 朋史 東京工業大学 准教授 (前職: GMSI 特任准教授)



## 革新的マルチスケールシミュレーションによる 燃料電池マルチスケールモデリング

近年の地球環境問題や化石燃料の枯渇問題への対策として、無尽蔵に存在する水素を燃料としてクリーンに発電できる燃料電池に世界的な規模で大きな期待が寄せられている。なかでも高温で作動する固体酸化物形燃料電池 (SOFC) は高価な金属触媒が不要であり、その上、非常に高いエネルギー変換効率が期待できるため、精力的に開発が進められている。酸素イオン伝導体からなる SOFC を例にとると、燃料電池は酸素イオン伝導体である固体酸化物が燃料極と空気極に挟まれた構造をしており、燃料極で取り込まれた燃料 ( $H_2$ ) と固体酸化物中を流れてきた酸素イオン ( $O_2^-$ ) が反応して水 ( $H_2O$ ) が生成する過程で放電される電子を外部回路に取り出すことで発電がなされる。高いエネルギー変換効率が期待されている SOFC ではあるが、現時点での変換効率は理想値には到達しておらず、長時間の安定稼働に関しても不十分な状況である。これらの問題を解決する上で重要とされているのが、イオン伝導体と金属との界面におけるイオン伝導性と電気化学反応 (電極反応) の原子スケールにおける理解、そして個々の素過程が複雑な界面でからみあった結果得られる電流密度の定量的評価によるマルチスケールデバイスモデリングを確立することである。そこで本研究では、収束イオンビーム法 (FIB-SEM) により得られる燃料極 3 次元実構造データをもとに、シミュレーションに必要となる材料の 3 次元分布構造を構築し、原子レベルのミクロスコピックな視点からのアプローチと流体力学計算によるマクロスコピックなアプローチを真に融合したマルチスケールシミュレーションの枠組みを確立することを目的とし研究を行ってきた。なお、本連携研究は、東大生産研の鹿園直毅教授 (FIB-SEM 3 次元実構造観察と流体力学計算) と東大院工マテリアル工学専攻の渡邊聡教授 (原子スケールの電子状態計算) との共

## Multi-scale simulations of energy conversion devices from first-principles

Fuel cells, chemical-to-electricity conversion systems, have been attracting much attention as an important technology for power generation from the viewpoint of efficiency and environmental consciousness. In particular, solid oxide fuel cells (SOFCs), which work at high temperature, do not require precious metals such as platinum in principle, and quite high efficiency in the energy conversion is expected. Thus SOFC systems have been extensively studied in both experimental and theoretical frameworks. As for the SOFC based on oxygen ionic conductor, the system is composed of the oxide, fuel- and air-electrodes, and the oxide is sandwiched between the two electrodes. Hydrogen fuels captured by the fuel electrode react with oxygen ions coming from the air electrode via the oxide, and as a consequence water molecules are generated together with electricity. Although a quite high energy conversion rate is expected in SOFC, high efficiency and stable operation of SOFCs for longer periods has not been achieved yet because of the difficulties in the control of interface structures, chemical reactions, and ionic migrations.

To overcome these problems, clear understandings of chemical/physical properties of the interfaces, and device modeling based on the findings are urgently required. Thus we have been developing a framework of multi-scale simulation codes which incorporate atomistic simulations such as kinetic Monte Carlo method based on first principles calculations and numerical fluid dynamics. The multi-scale simulation can handle realistic three-dimensional structures of SOFC anodes composed of oxide, metal, and gas, which are observed with the focused ion beam (FIB) scanning electron microscope (SEM). The FIB-SEM measurements and fluid dynamics simulations were carried out by Prof. Shikazono in the Institute of Industrial Science, the University of Tokyo, and the atomistic simulations were collaborated with Prof. Watanabe in the Dept. of Materials Engineering, the University of Tokyo (See Fig. 1).

Important physical quantities for SOFC optimization from the simulation are the current and power densities depending on the realistic three dimensional structures of SOFC anodes, which are the macroscopic quantities in both size and time domains (See the right figure in Fig. 2). The direct mapping from the elemental reaction paths in atomistic

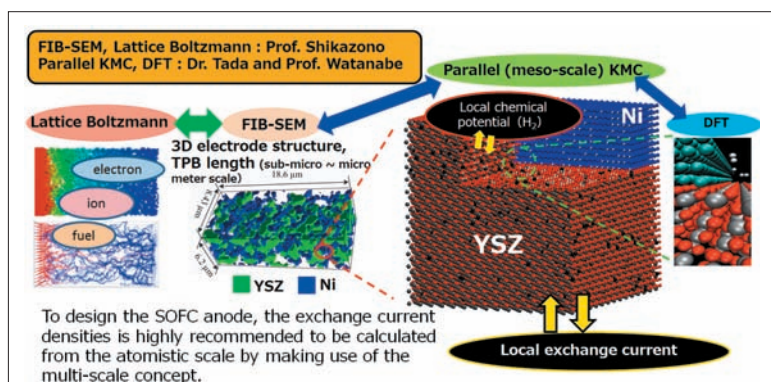


Fig. 1: Research collaboration for newly developed multiscale simulation



同研究体制の中進められてきたものである（図 1）。

燃料電池システムの最適設計をシミュレーションの立場から行う上で重要となるのは、マクロスケールの 3 次元電極構造に依存し、時間的空間的にもマクロスケールの物理量である電流密度と電力密度の算出である（図 2 右の **current density** はその一例）。しかし、電子状態計算から得られる原子スケール素過程からマクロスケール物理量を直接算出することは困難であり、通常は何らかの粗視化を経たマルチスケール計算を実行する。ただし、原子スケールの情報はシステム設計において大変有用であるため、原子分解能を保持したマルチスケール計算を実行しなければならない。

そこで、本研究ではシミュレーション時間を飛躍的に発展させられる動的モンテカルロ計算（KMC）を土台とし、マクロレベルの構造体に対し原子分解能を保持したまま KMC シミュレーションを実行可能とするべく、空間並列化された KMC シミュレーション法の確立を行った。空間分割のイメージは図 2 左の通りであり、緑の枠で囲まれた立方体それぞれを各 CPU が担当することとなる。バルク内イオン移動はもちろん、表面上ではガスの吸着反応が進行するため、様々な化学イベントを容易に KMC 計算に組み込めるよう KMC プログラムを設計し、マクロスケールの超巨大系を扱うため開放系の境界条件を新たに導入し、それらをつなぎ合わせることで、数少ない CPU 数の並列計算機でも超巨大系のマクロスケール物理量算出が可能となるよう工夫を行った。

図 2 の **current density** は、左の構造体が周期的に配置された際の Z 方向の交換電流密度である（還元雰囲気）。実験値と比較すると数桁大きい、これは取り扱ったセルサイズが極端に小さいためであり、今後より大きなシステムに関する並列化 KMC 計算を実行することで、システム設計に重要となる、3 次元電極構造と電流密度との相関関係が明らかになると期待できる。

#### [本研究に関する業績]

##### 招待講演 1

Nanoscale and multiscale simulations on ion migration and chemical reaction in SOFC, Tomofumi Tada and Satoshi Watanabe, 244th American Chemical Society National Meeting & Exhibition, Philadelphia, PA, USA, 19-23rd Aug., 2012.

##### 招待講演 2

First Principles Calculations of the Chemical Reactions at the Triple Phase Boundary in Solid Oxide Fuel Cells, Tomofumi Tada, Nano Science and Technologies 2012, Qingdao, China, 16-28th Oct., 2012.

##### 招待講演 3

Kinetic Monte Carlo study on oxygen migrations and chemical reactions in Ni/YSZ SOFC anode, Tomofumi Tada, JSPS Asian Core Program: SNU-UT Workshop on Oxide Systems for Energy & Electric Applications, Seoul, Korea, 8-9th Jan., 2013.

##### 招待（レビュー）論文

Kinetic Monte Carlo study based on first principles calculations for Ni/YSZ Solid Oxide Fuel Cells anodes, Tomofumi Tada and Satoshi Watanabe, Int. J. Quantum Chem. (2013 春以降の印刷予定)。

simulations onto macroscopic quantities is in general extensively difficult, and thus a coarse graining approach is usually adopted for this purpose. However, the chemical/physical information in the atomistic scale is quite useful in the designing of anode structures, and therefore a multi-scale simulation technique which preserves the atomistic information is highly required.

In this work, we have been developing a parallelized kinetic Monte Carlo method with a domain decomposition approach in which atomistic information is preserved. An example of the domain decomposition is shown in the left figure in Fig. 2: each CPU handles each cubic cell divided by the green lines in the figure. The parallelized KMC can incorporate surface reactions easily as well as oxygen migrations in YSZ bulk, and an open boundary condition is newly supported in order to divide the macroscopic huge system of SOFC anode into small models, which is quite useful for the large scale simulations using a small number of CPUs. That is, an open boundary condition is adopted to connect small cells to re-build the huge SOFC anode.

Figure 2 shows the calculated exchange current density in the z-direction for the Ni/YSZ system depicted in the same figure. The periodic boundary condition was adopted for this model system. The numerical result is higher by a few orders than those of experimental data, because of the small size of the simulation cell. In future work, a much larger model will be used in the parallelized KMC simulation, and thus the relationship between the current densities and realistic three dimensional structure of SOFC anode will be revealed.

#### [Supplementary information]

**Invited talk #1:** Nanoscale and multiscale simulations on ion migration and chemical reaction in SOFC, Tomofumi Tada and Satoshi Watanabe, 244th American Chemical Society National Meeting & Exhibition, Philadelphia, PA, USA, 19-23rd Aug., 2012.

**Invited talk #2:** First Principles Calculations of the Chemical Reactions at the Triple Phase Boundary in Solid Oxide Fuel Cells, Tomofumi Tada, Nano Science and Technologies 2012, Qingdao, China, 16-28th Oct., 2012.

**Invited talk #3:** Kinetic Monte Carlo study on oxygen migrations and chemical reactions in Ni/YSZ SOFC anode, Tomofumi Tada, JSPS Asian Core Program: SNU-UT Workshop on Oxide Systems for Energy & Electric Applications, Seoul, Korea, 8-9th Jan., 2013.

**Invited (review) paper:** Kinetic Monte Carlo study based on first principles calculations for Ni/YSZ Solid Oxide Fuel Cells anodes, Tomofumi Tada and Satoshi Watanabe, Int. J. Quantum Chem., in preparation.

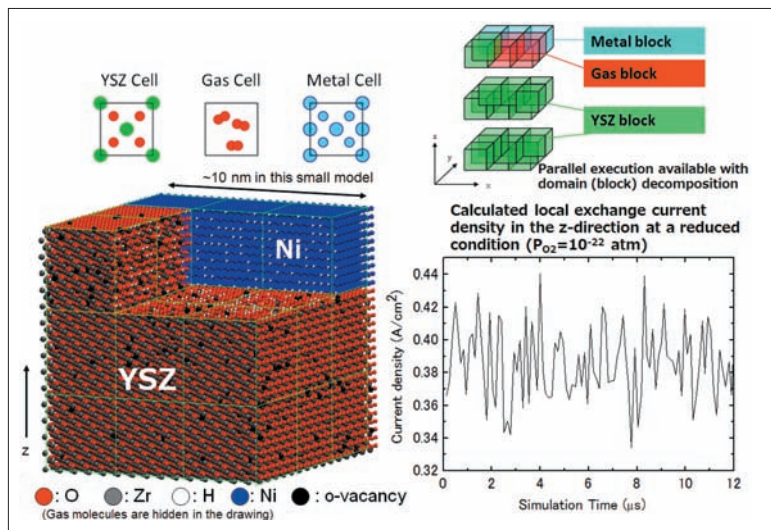


Fig. 2: Calculated local exchange current density of Ni/YSZ SOFC anode with the parallel KMC

### Kanako Harada

Department of Mechanical Engineering,  
Project Lecturer

原田 香奈子

機械工学専攻 特任講師



### 集束超音波治療の応用にむけて

集束超音波（HIFU: High-intensity focused ultrasound）治療とは、椀状に形成したピエゾトランスデューサを駆動することにより超音波のエネルギーを一か所に集約し、その焦点における熱作用あるいは物理的作用によって組織を死滅させるものである。集束超音波治療はすでに癌などの治療に応用されており、その低侵襲性から他の治療への応用が望まれている。集束超音波治療を肝臓や乳房、子宮を対象に行う場合は経皮的に超音波が照射されるが、伝搬経路上の組織により超音波が反射あるいは減衰するという問題がある。一方で、前立腺癌治療のように、体内に集束超音波デバイスを挿入して治療を行う場合は伝搬経路上の障害はないが、挿入可能なトランスデューサのサイズが限られるため、トランスデューサから離れた部位、つまり体内深部の治療には応用できない。

そこで、本研究では、体外から照射した超音波を体腔内に挿入した補助デバイスにより反射あるいは集束させることで治療することを提案する。図 1 に本研究が提案する HIFU 治療方法のコンセプトを示す。反射板を用いる場合は、骨や重要な臓器を避けながら、従来の直線的なアプローチでは困難であった位置に超音波を照射することが可能となる。一方、音響レンズにより平面波を集束する場合は、大口径のトランスデューサを用いることなく、体内深部に正確に焦点を形成して治療することが可能となる。

このコンセプトを検証するため、HIFU トランスデューサとターゲット間に様々な補助デバイスを設置し、シュリーレン画像により焦点形成を確認しながら音圧を計測する実験を実施した。アクリル製の両凹面音響レンズを用いた実験結果の例を図 2 に示す。超音波集束前の音圧（図 2 (a) の A 点にて測定した値）と比較した結果、音響レンズによる集束によりそれぞれ約 8 倍（図 3(a) の B 点にて測定した値）、15 倍（図 3(c) の C 点にて測定した値）の音圧が得られることを確認した。エネルギーは振幅の 2 乗

### Toward new applications of High-intensity focused ultrasound (HIFU)

High-intensity focused ultrasound (HIFU) therapy employs a concave self-focusing piezoelectric transducer or an array of transducers to create an energy focus, and the tissues at the focal point are heated to reach coagulation necrosis or damaged by induced cavitation. HIFU is widely used in cancer therapies, and its noninvasiveness is hoped to expand its applications to other clinical domains. In the treatment of liver, breast and uterus, HIFU is percutaneously delivered, and the problem is that the ultrasound beam is deflected or attenuated during propagation. In contrast, the intracorporeal use of HIFU device, for example in the treatment of prostate cancer, provides an obstacle-free path, but the focal length is limited due to the size constraints of the transducer.

In this work, we propose to use an intracorporeal device equipped with an acoustic mirror or lens so that the ultrasound energy delivered through the abdominal wall is reflected or focused in the body cavity. The proposed concept is shown in Fig. 1. In Fig.1 (a), the focus is reflected by an acoustic mirror, and thus the focus can reach the target that is unreachable using a straight beaming path. In Fig. 1 (b), a HIFU beam is concentrated by an acoustic lens, and a deep-seated target can be treated with a sharp focus without enlarging the device.

Based on this concept, we have developed an experimental setup where such an intracorporeal device is robotically positioned and moved in front of a HIFU transducer. In a preliminary experiment, the focusing of a planar ultrasound wave by acrylic biconcave lens was performed while being visualized by Schlieren imaging as shown in Fig. 2. The focal acoustic pressure of the lens of  $f = 30$ , measured at point B in Fig. 2, was approximately eight times larger compared to the acoustic pressure before the lens condensation (i.e. the acoustic pressure measured at point A). As the acoustic energy is potential to the square of acoustic pressure, the result indicates that the lens produced approximately 64 times more energy at the focal point. As for the lens of  $f = 60$ , the focal acoustic pressure measured at point C was approximately 15 times larger, which is equivalent to 225 times more acoustic energy at the focal point.



に比例することから、それぞれ約 **64 倍**、**255 倍** のエネルギーが得られたことになる。これは **HIFU 治療** に必要なエネルギーの要件（焦点利得）を満たしており、提案した手法を **HIFU 治療** に応用できる可能性が示されたと考えられる。また、従来、同等サイズの小型超音波トランスデューサでは治療が困難であった体内深部へのアプローチが可能であることも示された。今後は補助デバイスの形状や材質の最適化を行い、実用化を目指した研究をすすめていきたい。

なお、本研究は機械工学専攻松本・高木研と光石・杉田研の共同研究として行われた。東特任准教授をはじめとする関係者各位、およびご支援いただいた **GMSI** に感謝する。

The energy condensing efficiency is sufficient for clinical use, and we are currently investigating optimal designs and material choices for more practical applications of the proposed HIFU treatment method.

This work was a collaborative research activity between FEL laboratory and NML laboratory of the Department of Mechanical Engineering, and I would like to thank Project Associate Professor T. Azuma and other professors for their advice and the **GMSI** program for their support.

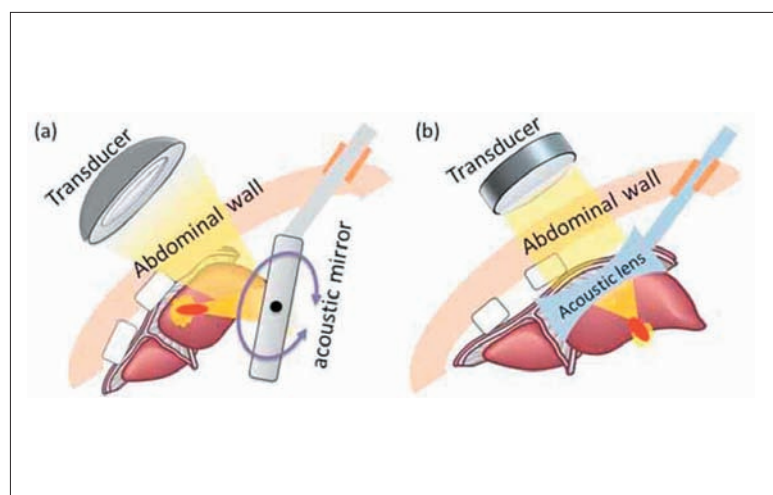


Fig. 1: Concept of HIFU treatment using intracorporeal devices (a) with an acoustic mirror, (b) with an acoustic lens.

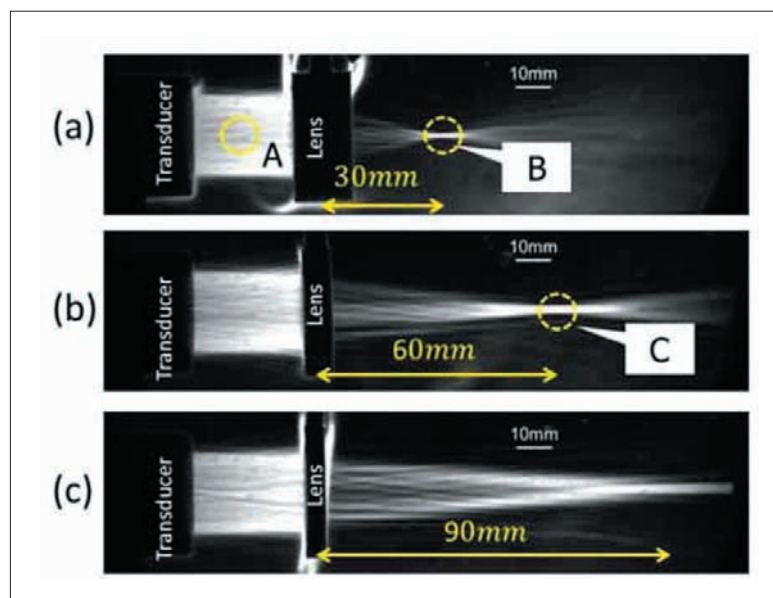


Fig. 2: HIFU focus created by the acoustic lens whose focal length was (a)  $f=30$ , (b)  $f=60$ , (c)  $f=90$ .

### Yasuyuki Yokono

Department of Mechanical Engineering,  
Project Professor

横野 泰之

機械工学専攻 特任教授

### リテラシー・コンピテンシーの涵養を目指す 博士課程の教育プログラム

世界の博士人材が幅広い舞台でリーダーシップを発揮している現実がある。日本の博士課程においても、これまでの高い専門性は持ちつつ、複合領域で柔軟な応用力を持つことが必要である。真に、問題の把握能力、調査能力および深い洞察力に支えられた創造と問題解決能力を修得した人材として、イノベーションを先導し、将来の産業界や学術界を担っていくことが求められている。このような背景のもと、従来の研究活動に加えて、リテラシー、コンピテンシーの涵養を図る教育プログラムの展開を試みている。教育の目指すものは、基礎素養（自然科学と人文社会科学の基礎）、専門知識（専門知識と、技術・社会・環境に関する俯瞰的知識）に加え、リテラシー（言語力、情報・技術・法制、倫理）やコンピテンシー（創造力、課題設定・解決・遂行力、リーダーシップ）を涵養し、国際競争力の高い人材を育成することである（図1）。

教育目標と教育プログラムとの対応関係を明確化するため、教育プログラムごとに涵養が期待される4つの教育目標の割合を図2のように想定している。複数の教員によりこれまでの経験を基に作成したものである。これらの4つの教育目標は互に関係し合い、明確に区分することは難しいが、学生に教育目標を周知させ、様々な教育プログラムを受講することにより、4つの教育目標が達成されることを理解するためにもこのような比率を設定した。

本教育プログラムを受講した学生へアンケート調査を実施した。質問はどのような講義によって、4つの教育目標（基礎教養、専門知識、リテラシー、コンピテンシー）が身についたと感じるかを問うものである。図3に示す回答からは、リテラシーではサマーキャンプや公開セミナー、イブニングセミナーが大きな寄与を見せた。コンピテンシーについては、PBLとサマーキャンプの寄与が高かった。サマーキャンプやPBLは、参加した学生数が限られていた割に回答数が多く、リテラシーやコンピテンシーの涵養に効果が高いと考えられる。

各教育プログラムの中で涵養する教育目標の比率について、教員が教育プログラム開始時に設定した値とアンケート結果を基に学生が身についたと感じた値を比較し、図4に示す。全般的には教員が設定したリテラシー、コンピテンシーの比率は学生が感じた値とほぼ同等であり、教員の設定と学生の感じ方は、ほぼ一致しているといえる。ただし、境界領域カリキュラムでは学生が身についたと感じた専門知識の割合が高い、サマーキャンプでは教員が専門知



### Education Program for Ph.D. Students to Cultivate Literacy and Competency

Due to changing social requirements, today's doctoral education must prepare students to be able to work in a broader spectrum and apply one's skills to a multidisciplinary setting while maintaining a high level of expertise. Here I outline the development of an education program for Ph.D. students to cultivate literacy and competency, in addition to comprising doctoral theses and highlighting the ability to achieve results through innovative research. The program (Figure 1) aims to cultivate fundamental attainment, specialized knowledge, literacy (language, information literacy, technological literacy, legal knowledge, and ethics), and competency (creativity, problem identification and solution, planning and execution, self-management, teamwork, leadership, a sense of responsibility and duty).

The program focuses on cultivating (1) a bird's-eye-view of the role of engineering in society, (2) competitiveness based on international understanding and specialized knowledge, and (3) leadership in industry and academia. The relationship between the educational objectives and the educational program is articulated in Figure 2, as it shows the contribution ratio of the four abilities that can be expected to be cultivated from each program. Of course, these four abilities do not develop independently; they are related to and influence each other. We created these divisions, however, to enable students to recognize their own achievements by informing them of their attainment of educational goals and encouraging participation in a wide range of educational programs.

We asked the students who enrolled in the program to take a survey about what kind of coursework they felt contributed the most to attaining the four educational objectives: fundamental attainment, specialized knowledge, literacy, and competency. The answers are shown in Figure 3. The number of students who answered that they were able to obtain fundamental attainment was low compared to the other three objectives. The reason for this can be attributed to the fact that the students had already completed courses on fundamental attainment in their department or Masters program, hence not much time was



識と設定したが学生は基礎素養と感じた、PBL では学生は基礎素養や専門知識が一定割合占めると感じた等の相違が見られる。このような学生のフィードバックを考慮することにより、各講義における教育目標の設定比率を設定し直すことや講義の内容を変更する際の参考とすることができ

る。博士課程で実施されている特定分野の深い研究に加え、リテラシー、コンピテシーの涵養を図ることにより、複合領域で柔軟な応用力を持ち、より幅広い分野で活躍できる人材が育成できると考えている。このような人材は、技術革新を先導することのできるリーダーとして学术界、産業界ともに強く切望されている。本教育プログラムを開始してからまだ日が浅く、人材育成の効果が十分に表れていることは証明できてはいない。本プログラムを継続していき、人材育成の効果を把握していくことが必要である。また、カリキュラムについても参加した学生や協力いただいている産業界の方等の意見に基づき改善を図っていく。



Fig. 1: Outline of educational program

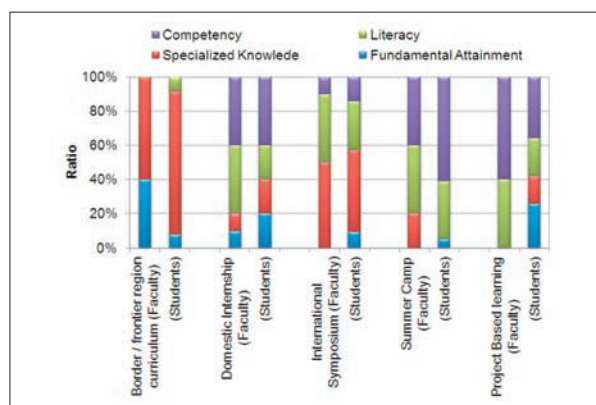


Fig. 2: Curriculum for Ph.D. students

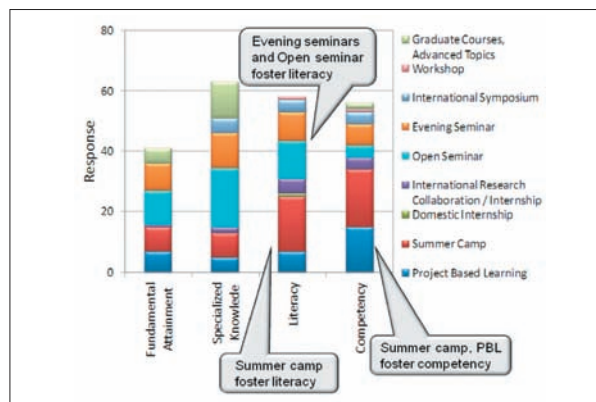


Fig. 3: Questionnaire results of educational program benefit

allotted to this objective. Many students answered that specialized courses on advanced topics were beneficial for the attainment of specialized knowledge. However, Open Seminars received an even higher percentage of answers for the same objective, showing the positive effect of attending lectures given by research frontrunners on a global scale. However, we believe that it was because these lectures were so specialized that students were unlikely to feel satisfied by attending any single lecture. This in turn facilitated numerous seminars in various fields to be held, which is what contributed to the overall positive evaluation. Although it may be difficult to separate literacy and competency, the summer camps, open seminars, and evening seminars contributed significantly to acquiring literacy, whereas PBL and the summer camps primarily contributed to acquiring competency. Considering the limited number of students who attended the summer camps and PBL, it is clear that many who did attend felt that the programs were very effective in cultivating literacy and competency.

Figure 4 compares the ratios of educational objectives perceived by the faculty with the outcome perceived by students determined by their answers to a questionnaire. There are some differences, but the overall tendency shows good agreement. We can confirm students feel they are able to obtain increased literacy and competency from these educational programs. This feedback also allows us to change the focus or contents of education programs according to the students' voice. We can also alter the contribution ratio of the four objectives. For example, students feel Project Based Learning needs fundamental achievement and specialized knowledge. This is because the PBL themes have been much more practical engineering topics than the faculty expected. We are grateful to company members who proposed the excellent topics, and we have already changed the PBL target objectives for this year.

We plan to continue running this program, making continuous improvements in the curriculum based on the opinions of students who participate and industry partners who cooperate with us on these educational programs. By continually making improvements to the curriculum we can foster cross-disciplinary human resources with skills that can be applied across a wider range of areas.

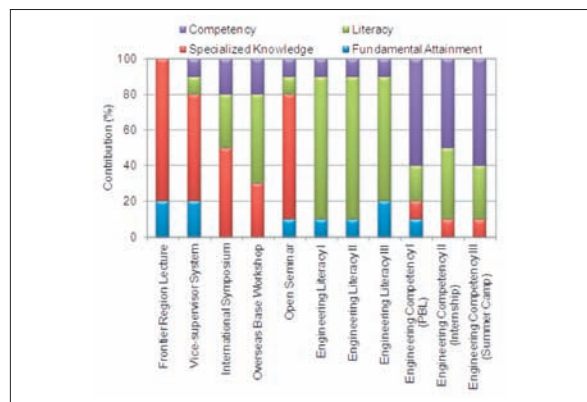


Fig. 4: Comparison of educational objectives expected by faculty and that perceived by students

# GMSI Educational Program

		Program Name (credit)	Course Number	Schedule	Language	Primary Instructor(s)	Description / Overview	Points Minimum 40/year
Graduate courses	専攻横断型コース General courses	工学リテラシーⅠ（1単位） Engineering LiteracyⅠ（1cr.）	3722-129	Summer	Jp	Prof. Maruyama (Mech.) Prof. Okubo (Chem.) Prof. Yokono (GMSI)	Topics related to innovation management. Should be taken before Engineering Competency I - III.	5-15 (A=15, B=10, C=5)
		工学リテラシーⅡ（1単位） Engineering LiteracyⅡ（1cr.）	3722-130	Winter	Jp	Prof. Maruyama (Mech.) Prof. Okubo (Chem.) Prof. Yokono (GMSI)	Intellectual property management and ethics. Should be taken before Engineering Competency I - III.	5-15 (A=15, B=10, C=5)
		工学リテラシーⅢ（1単位） Engineering LiteracyⅢ（1cr.）	3722-131	Intensive	Eng	Prof. Suzuki (Aero.) Prof. Koseki (Mater.) Prof. Mitsuishi (Mech.) Prof. Morimura (IIIEE)	English communication. Includes presentation at international conference. Should be taken before Engineering Competency I - III.	5-15 (A=15, B=10, C=5)
		工学コンピテンシーⅠ（2単位） Engineering CompetencyⅠ（2cr.）	3722-126	Winter	Jp Eng	Prof. Kaneko (Mech.) Prof. Yokono (GMSI) Prof. Mitsuishi (Mech.)	Project Based Learning to cultivate leadership skills needed to actively engage in industry and academia.	maximum of 20
		工学コンピテンシーⅡ（2単位） Engineering CompetencyⅡ（2cr.）	3722-127	Intensive	Jp Eng	Prof. Suga (Precision) Prof. Takamasu (Precision) Prof. Yokono (GMSI)	Approximately 2-6 month investigation of at least one topic through collaborative research or a domestic/ international internship.	maximum of 20
		工学コンピテンシーⅢ（2単位） Engineering CompetencyⅢ（2cr.）	3722-128	Intensive	Eng	Prof. Watanabe (Mater.) Dr. Einarsson (GMSI) Prof. Mitsuishi (Mech.)	English-only camp where Japanese and international participants discuss and exchange ideas on various engineering-related research topics.	maximum of 20
	境界領域・フロンティアコース Advanced topics	拡張ナノ空間実践演習（2単位） Extended Nanospace Laboratory "Multiscale Calculation" (2 cr.)	3722-125	Intensive	Jp Eng	Prof. Sakai (Mech.) Prof. Suzuki (Mech.) Prof. Mita (Elect.) Prof. Watanabe (Mater.) Dr. Tada (Mater.)	Exercises on applications in extended nanospace. Can choose between molecular dynamics simulation or MEMS fabrication.	maximum of 20
		拡張ナノ空間基礎理論（2単位） Fundamental Theory of Extended Nanospace (2 cr.)	3722-118	Winter	Eng	Prof. Maruyama (Mech.)	Molecular dynamics and fundamental theory of the extended nanospace	5-15 (A=15, B=10, C=5)
		ナノ・マイクロデバイス（2単位） ＊集中講義／インターナショナルレクチャー Nano/Micro Devices (2 cr.)	-	Intensive	Eng	Prof. Kitamori (Appl. Chem.)	Realization of devices based on fundamentals of extened nanospace	5-15 (A=15, B=10, C=5)
		ナノ・マイクロ機械システム（2単位） Nano/Micro Mechanical Systems (2 cr.)	3729-041	Winter	Jp	Prof. Takamasu (Precision)	Synthesis of innovative mechanical systems through integration of nano/ micro devices, with real-world examples	5-15 (A=15, B=10, C=5)
		ナノ・マイクロ医療システム（2単位） Nano/Micro Medical Systems (2 cr.)	3722-117	Summer	Jp	Prof. Matsumoto (Mech.) Prof. Mitsuishi (Mech.)	Gene therapy, ultrasonic diagnostics and treatment, etc. Fundamentals and realization of nano/micro systems.	5-15 (A=15, B=10, C=5)
		ナノ・マイクロエネルギーシステム（2単位） Nano/Micro Energy Systems (2 cr.)	3722-119	Winter	Eng	Prof. Suzuki (Mech.)	Study of the fundamentals of microscale thermal hydraulics, micro energy conversion sytems, etc. and their implementation.	5-15 (A=15, B=10, C=5)
Seminars, symposia, etc. セミナー・シンポジウムなど	イブニングセミナー（工学リテラシーⅠ，Ⅱ） Evening Seminar	-	Demand	Jp	Prof. Sakai (Mech.)	Approx. once a month, a speaker will be invited to give an evening seminar. Some seminars will be followed by informal discussion.	2 per seminar	
	公開セミナー Open Seminar	-	Demand	Eng	All GMSI members	A public seminar given by an expert invited from outside the university.	2 per seminar	
	ワークショップ Workshop	-	Demand	Jp Eng	All GMSI members	Discussion on various topics, such as a PhD's career path, involving educators both within and from outside the university.	5-10 per workshop	
	国内シンポジウム Domestic Symposium	-	Demand	Jp	Prof. Yoshimura (Sys. Innov.) Prof. Takeda (Aero.) Prof. Ikuhara (Mater.)	Symposia on GMSI-related topics involving both GMSI program members and their domestic collaborators.	5-10 per workshop	
	国際シンポジウム International Symposium	-	Demand	Eng	Prof. Yoshimura (Sys. Innov.) Prof. Takeda (Aero.) Prof. Ikuhara (Mater.)	Symposia on GMSI-related topics involving both GMSI program members and their international collaborators.	5-10 per workshop	
	国際拠点ワークショップ International Base Workshop	-	Demand	Eng	Each GMSI Member	Workshop on GMSI-realted topics involving both GMSI program members and their international collaborators in international base.	5-10 per workshop	
	副指導教員制度 Secondary Advisor System	-	Summer Winter	Jp Eng	Prof. Ishihara (Mech.)	Gives GMSI RAs the opportunity to obtain guidance and direction from a related faculty member in addition to their current advisor.	5	
	国際学会・関係機関訪問 International Conference / Affiliated Institution Visit	-	Demand	Jp Eng	Prof. Fujita (Sys. Innov.) Prof. Mitsuishi (Mech.) Prof. Yokono (GMSI)	Support is provided for travel to present at an international conference. Visit to affiliated institution (university or enterprise) in addition to attending conference is expected.	0	



# Activity Report

## 活動報告

### ● Program Members

Mamoru MITSUISHI, Professor, 2008.6~2013.3  
 Nobuhide KASAGI, Professor, 2008.6~2012.3  
 Yoichiro MATSUMOTO, Professor, 2008.6~2013.3  
 Shinsuke SAKAI, Professor, 2008.6~2013.3  
 Shigehiko KANEKO, Professor, 2008.6~2013.3  
 Shigeo MARUYAMA, Professor, 2008.6~2013.3  
 Chisachi KATO, Professor, 2008.6~2013.3  
 Sunao ISHIHARA, Professor, 2008.6~2013.3  
 Masayuki NAKAO, Professor, 2008.6~2013.3  
 Yoshihiro SUDA, Professor, 2008.6~2013.3  
 Shinji SUZUKI, Professor, 2008.6~2013.3  
 Nobuo TAKEDA, Professor, 2008.6~2013.3  
 Shin-ichi NAKASUKA, Professor, 2008.6~2013.3  
 Kazuro KAGEYAMA, Professor, 2008.6~2013.3  
 Shinobu YOSHIMURA, Professor, 2008.6~2013.3  
 Toyohisa FUJITA, Professor, 2008.6~2013.3  
 Tadatomo SUGA, Professor, 2008.6~2013.3  
 Kiyoshi TAKAMASU, Professor, 2008.6~2013.3  
 Yuichi IKUHARA, Professor, 2008.6~2013.3  
 Taoshihiko KOSEKI, Professor, 2008.6~2013.3  
 Satoshi WATANABE, Professor, 2008.6~2013.3  
 Takehiko KITAMORI, Professor, 2008.6~2013.3  
 Shin-ichi NAKAO, Professor, 2008.6~2009.3  
 Yukio YAMAGUCHI, Professor, 2009.4~2013.3  
 Tatsuya OKUBO, Professor, 2008.6~2013.3

### ● Project Members

Yasuyuki YOKONO, Professor, 2009.3~2013.3  
 Tomofumi TADA, Lecturer, 2011.3~2012.5, Associate Professor, 2012.5~2012.12  
 Yoichi MURAKAMI, Lecturer, 2009.3~2009.3  
 Erik EINARSSON, Assistant Professor, 2009.3~2012.5, Lecturer, 2012.5~2013.3  
 Kanako HARADA, Assistant Professor, 2010.5~2012.5, Lecturer, 2012.5~2013.2  
 Ki Hoon JIANG, Researcher, 2008.12~2013.3  
 Seong Su KIM, Researcher, 2009.5~2010.3  
 Youngbae HAN, Researcher, 2009.11~2011.3  
 Wei DONG, Researcher, 2011.4~2013.3  
 Etsuo MAEDA, Researcher, 2012.4~2013.3

### ● Activity Number

Symposium 2 (2008), 1 (2009), 2 (2010), 2 (2011), 4 (2012)

GMSI Symposium, International Symposium on Biomedical Systems Innovation, TU-SNU-UT (Tsinghua University, Seoul National University and the University of Tokyo) Joint Symposium, International Symposium on Simulations and Measurements for Electrochemistry in Solid Oxide Fuel Cells 2013, Fullerenes-Nanotubes-Graphene General Symposium, CIRP BioManufacturing 2013

Workshop 4 (2008), 2 (2009), 6 (2010), 5 (2011), 7 (2012)

The Aerospace Innovation Workshop, GMSI-COSM-UT2 Workshop, International Specialist Workshop, Thinking about your future in engineering, Asian Academic Seminar, GSISH-GMSI Summer School, Open-Loop versus Closed-Loop Control of Wall Turbulence, Computer Integrated Surgery, Nanoscale thermal and energy phenomena, Micro-scale Multiphase Flow Heat Transfer, Numerical Simulations of Fluid/Thermal Systems

Open Seminar 14 (2008), 36 (2009), 23 (2010), 18 (2011), 29 (2012)

Evening Seminar 3 (2008), 11 (2009), 10 (2010), 10 (2011), 12 (2012)

International Base Workshop 3 (2009), 3 (2010), 2 (2011)

Stanford University, UC Berkeley, Harvard Medical School, KTH Royal Institute of Technology, Swiss Federal Institute of Technology, University of Helsinki, Aalto University, University of Cambridge, École Polytechnique Fédérale de Lausanne, Technische Universität Darmstadt, Xiamen University, Beijing Institute of Technology

### ● Participation Number

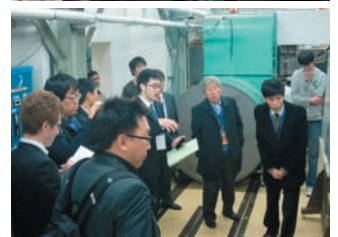
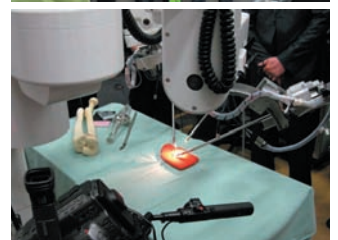
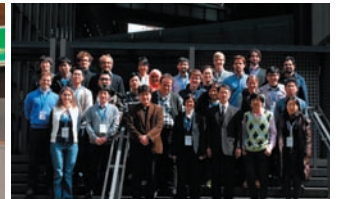
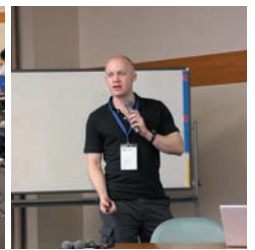
Research Assistant 72 (2008), 112 (2009), 135 (2010), 155 (2011), 152 (2012)

Project Based Learning 42 (2009), 34 (2010), 26 (2011), 16 (2012)

International Research Collaboration / Internship 10 (2009), 11 (2010), 9 (2011), 13 (2012)

Summer Camp 77 (2009), 73 (2010), 78 (2011), 70 (2012)

Secondary Adviser System 31 (2009), 85 (2010), 47 (2011), 15 (2012)



**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/>