

京都大学工学広報



桂坂小学校3年生訪問

目 次

< 巻頭言 >

◇着任のご挨拶—工学の課題と歩む道—

工学研究科長・工学部長 伊 藤 紳三郎 …… 1

< 紹 介 >

◇建設業の技術者として

(株) 竹中工務店 常務執行役員 岡 本 達 雄 …… 3

◇ On Machine Learning, The Mathematical Toolbox Behind Data Analysis

情報学研究科知能情報学専攻 准教授 Cuturi Marco …… 4

◇関係性の継承・発展からみた住宅・地域計画

建築学専攻 助教 前 田 昌 弘 …… 6

◇宇治キャンパス放射実験室

技術部 技術専門員 内 藤 正 裕 …… 8

< 特 集 >

◇工学研究科附属量子理工学教育研究センター

センター長 伊 藤 秋 男 …… 10

◇工学研究科附属「流域圏総合環境質研究センター」

(Research Center for Environmental Quality Management)

流域圏総合環境質研究センター 教授 清 水 芳 久 …… 14

編集後記

◆巻頭言◆

着任のご挨拶—工学の課題と歩む道—

工学研究科長・工学部長 伊藤 紳三郎



平成 26 年 4 月より 2 年間、工学研究科長・工学部長を務めることになりました。まず始めに、工学研究科長・工学部長の重責に鑑みて微力ではありますが、各課題に真摯に向き合い最善を尽くしてまいりますので、どうか教職員の皆様からのご支援を賜りますよう、よろしくお願い申し上げます。

皆様よくご存じのように、最近の大学を取り巻く状況は大変厳しいと言えます。残念ながら、大学でのこれからの教育研究について楽観的な考えでいられる状態ではありません。その根本には、「少子化」と「グローバル化」という日本の社会が置かれている現実があります。

昨年秋、京都大学工学分野のミッション再定義という文書が文部科学省から公開されました。その前半部分には私達が共感できる正論が多く書かれています。その文面からは、「世界も認める独創的かつ先導的な基礎学術研究を推進するとともに、産業への応用が期待できる革新的な技術開発を通して社会に貢献し、さらに国の将来を支える優秀な人材を養成する教育を担う」という趣旨を読み取ることができます。これこそが京大工学が社会に対して果たすべきミッションであり、また私達にはその実績があるとの自信があります。全ての施策の判断基準は、この趣旨に沿ったミッションの達成と発展にあると言っても過言ではないでしょう。しかしこれまでの実績と自信は、将来を約束するものではありません。

1992 年から始まった 18 歳人口の 80 万人減少(205 万人 [1992 年] から 121 万人 [2009 年]へ 40% の減)に引き続き、2018 年より 15 年間で、さらに第 2 次の波として 35 万人 (30%) が減少します。20 年

前から分かっていたにもかかわらず、このような事態を招いた政治の怠慢・無策には呆れるばかりですが、現実問題として、大学は社会という海に浮かぶ一つの船ですから、水位の低下は当然のことながら運営に重大な影響を与えます。つまり現在の学生定員を維持するならば、入学者の質的低下は避けられず、教育制度や教育内容の改訂が必須になるでしょう。初年次教育を始めとして、各教員にも学部教育に対する一層の努力が求められます。これまで通りのやり方を踏襲していても、「できる学生はついてくる」、「学部で遊んでいても、研究で鍛えたらできるようになる」というような楽観的な発想は、もはや通用しなくなるでしょう。その傾向はすでに第 1 次の人口減で現れています。

学力低下とともに、最近の社会現象の一つとして学生の精神的な未熟さがあります。私がこの悩ましい問題を強烈に実感したのは、8 年前に学科長をしたときでした。多数の過年度生や不登校学生を一人づつ呼び出し、ときには、本人と親、事務主任を加えて 4 者面談をしました。すでに修学年限が間近になって卒業が不可能になった学生に対して、大学以外の進路を考えるように言い渡す際のつらさは忘れられません。塾講師のアルバイトなのに、いつのまにかクラス担任のようなことまで引き受けている。自然科学の真理を学ばずに、どこかの誰かが唱えた教義を一字一句まで覚えようとしている。ネットやゲームのバーチャルな世界に生きがいを見出してしまった。いずれのケースも、無垢で未熟な心につけこまれ、貴重な才能を消耗する上に生活を破壊され、夢多き道を放棄せざるを得ない結果を招いています。20 歳を超えた大人なら自己責任でしょうが、18 歳の新生入生であれば、大学が無策でいることはできません。初年次教育の充実は、単に勉学の面だけでは済まされないのが現実です。

これらの現象は、これまでのように受験勉強で偏差値の高い学生を入学させるというモデルが破綻しつつあることを示唆しています。工学部がアドミッションポリシーで掲げる「2. 既成概念にとらわれず、自分自身の目でしっかりと物事を確かめ、それを理解しようとする人、3. 新しい世界を開拓しようとする意欲とバイタリティーに満ちた人」をいかに入学させるかを真剣に議論し、実行することが、今後の教育研究の発展に欠かせないと思います。

またグローバル化にも現実として対応する必要があります。社会という海に浮かぶ大学がグローバル化の波を受けるのは当然です。人的な国際交流の促進や教員・学生の海外派遣、授業の質保証、教育・研究レベルの国際的評価などです。しかし国際化のためと称する様々な方策には、現実を軽視した無理な提案もあるので注意が必要です。例えば一昨年、東京大学が国際化のための「秋入学」を表明したのにもかかわらず、1年後には撤回せざるを得なかったのは、社会システムの中にある大学という視点をあまりにも軽く見たためと思われます。小学校から続く春入学の教育制度、官公庁の会計年度や人事制度、企業の採用など、すべてのことが繋がっているという現実があります。また、大学を変えることにより社会を変えようというのも暴論です。大学の授業を全て英語化すれば学生が国際的に活躍できるようになる、外国人教員を多く雇用すれば国際化する、というような短絡的な発想があるとしたら、それは誤った政策でしょう。大学が先遣部隊として試行実験の場にされると、現実の在学学生や新入生が大きな被害を受けます。やはり、義務教育である小学校時代から英語基礎教育を充実することからスタートして、日本のしっかりとした教育体系を確立するべきでしょうし、その中に大学教育を位置づける必要があります。

工学部・工学研究科では、約90%の学生が大学院に進学し、研究活動を通じて大学院生の国際的感覚を涵養しています。実際、今も多くの大学院生が国際会議や海外の研究機関に派遣されています。工学のような理科系の教育システムは修士課程を含む6年一貫教育と考えるならば、国際化の方策は、基礎教育・専門基礎教育が必要な学部学生よりも大学

院生に重きをおいて施されるべきでしょう。工学部・工学研究科の教育研究の質的向上を図るという基本に沿って、国際化を進めるための政策を現実在即して一步一步、道を踏み固めつつ実施していくことが重要であると思います。

私達の日常業務として教育研究に精進し、上述のミッションに沿った成果を世に示すことは当然大切なことです。しかし、その教育研究を守るためには、今、大学で何がされようとしているか、さまざまな政策や大学を取り巻く社会状況を注意深く観察していただく必要があります。提示されるさまざまな施策が、大学が果たすべき本来のミッションにとって良い方向に歩む道なのか、社会の変化に対応するための適切な方策なのかを検証する。そして、現状の問題点を把握して何をどう改革するべきなのかを自問しつつ、なすべき改革については柔軟かつ積極的・能動的に行動して、目に見える形にすることが大切のように思います。たとえ一部の改革にせよ、京都大学が本来目指すべきGP (Good Practice) の姿を、工学から全学や外の社会に示すことには大きな意味があると思います。

かつて豊かな学問の府を優しく包んでいた保護膜がなくなり、教育研究の現場が荒波に晒されるようになれば、私達自身が見識をもって判断し、私達自身が守り、そして育てるしかありません。2年という任期は、私にとり長い長い道のりですが、一つの仕事をなし遂げるには短い時間です。教育・研究の向上のために必要と思われる施策は、積極的に提案し進めて行きたいと思いますので、どうぞ温かいご支援を賜りますようお願い申し上げます。皆様の良識により、工学研究科・工学部そして京都大学が良き方向に向かう2年間でありますように願うばかりです。

(教授 高分子化学専攻)

◆ 紹 介 ◆

建設業の技術者として

岡 本 達 雄



1973年に吉田の地を後にしてからずいぶんと時間が経ちました。今は建設業における一企業人としての毎日を送っています。日本の建設業は戦後の復興の波に乗り右肩上がり大きく

成長しました。それが今や国内市場の縮小に直面して簡単には成長が期待できない産業となっています。私はこの大きな変化を建設業の一員として体験してきました。この機会に最近の建設業の状況を私の想いを交えて述べてみたいと思います。

戦後一貫して伸びてきた建設投資も1992年度の84兆円をピークに下降を続け2011年度には41.9兆円とピークの約半以下になりました。ここ数年は生き残りをかけて企業体質を縮小均衡に向かって軟着陸させることが概ね日本の建設業の方向性であったように思います。しかし、2012年の政権交代によって流れが変わりました。建設投資が増加に転じています。2012年度の44.9兆円から2013年度の49.0兆円へと約9.1%もの増加が見込まれています。それに伴い、資材不足と建設物価上昇、技術者不足、作業員不足が顕在化しています。市場は縮小と逆の方向へ動いたのです。建設業も新たな企業戦略を練る必要に迫られています。

ところで時は遡ります。私は約47年前の昭和42年に工学部建築第二学科に入学しました。未だ日本が高度成長の坂道を登っているころです。しかし、2年生の終わりのころ学生紛争が始まりました。この学生紛争は、否応なく既存の価値観を疑う機会となりました。学生はひたすら勉強を行い知識を獲得して社会の役に立つという迷いなき道がそうでもないぞということとなったわけです。大きく流れを変えて蛇行する川の流れの中であっちに泳ぎこっちに泳ぎしながら学生時代を送ったような気がします。

大学4年の頃当時の建築学科構造工学研究室に属することになりました。研究室に出入りして卒業論文を書くことになるのですが、研究室に入って個性あふれる先輩方や先生方からお酒を酌み交わす機会も含めて多くの場で沢山の啓示をいただきました。その中でもアメリカ留学から帰国された恩師の先生に、将来は、技術者として一流の専門職となるか、技術者としての知識を生かして企業経営に従事するかという目指すべき二つの道があるという示唆をいただきました。後者は当時アメリカで存在を増していた企業経営をひとつのプロフェッションとするMBAの考え方です。今から思いますと私は会社から期待された構造設計技術者としての役割を全うするために努力しながら実は後者の生き方を指向してきたように思います。

現在、私は技術者と企業経営の一翼を担う立場の両者にわたって仕事をしています。過去20年にわたって縮小してきた国内建設市場に併せて規模を適合させてきた日本の建設業には今後難しい舵取りが求められます。短期的には、東日本大震災被害からの復興や2020年の東京オリンピック施設等国内において対応すべき多くのプロジェクトがあります。しかし、中長期的には国内の建設市場が縮小安定に向かう中、成長著しい海外発展途上国の公共インフラ整備や民間建設工事に、我々が国内の建設市場に対応する過程で蓄積してきた環境や防災等に関する知識や技術を活用することも必要になると思います。また、すでに自国の国内市場の縮小に対応して海外市場におけるプロジェクトマネジメントやPPPなどの事業参画へと姿を変えてきた欧米の建設業の例も参考になります。我々にとってこの大きな変化をダイナミックに乗り切りいかに新たな成長戦略を描き実践していけるかが腕の見せ所であると考えております。

((株) 竹中工務店 常務執行役員)



On Machine Learning, The Mathematical Toolbox Behind Data Analysis

Cuturi Marco



My name is Marco Cuturi, and I have been appointed as Associate Professor in the Intelligence Science and Technology Department of the Graduate School of Informatics on November 1st 2013. Please forgive me for using english in this text: although I have no trouble communicating in japanese with my colleagues for work related matters, I am not confident enough in my writing ability to write this self-introduction in japanese.

My work as a researcher in Kyoto University is in the field of machine learning. Machine learning has recently received much attention in the general media, because of its important role as the analytical engine of the "big data" revolution. Machine learning is a pluridisciplinary field which is difficult to define, since it blends various elements of computer science, statistics, mathematics (functional analysis and optimization) and neuroscience.

The goal of machine learning is, however, relatively easy to explain: because of the ever increasing presence of digital devices (smartphones, wearable computers soon) in our daily interactions (shopping, transportation, entertainment, work) and because of the partial digitalization of many aspects of our life (health, social interactions), vast amounts of data related to our daily life are now curated in huge databases. The goal of machine learning research is to leverage these databases to learn new insights (applicable to science, commerce, health, or more generally society) and create algorithms that will be able to manage that data, sometimes in real

time, to produce relevant outputs automatically, with minimal maintenance. In the landscape of "big data", machine learning only plays a role at the very end of the information chain. Rather than studying how to collect and/or efficiently organize huge amounts of data, which are very important endeavors by themselves, I am only interested in the analysis of data itself.

Machine learning offers a contrast between, on the one hand, its claim to be built on clean mathematical foundations and sometimes contribute to that field, and, on the other hand, its aim to be directly useful for society. This contrast is the main driver of research in machine learning: researchers in my field must be willing to update their core scientific beliefs several times along their career, depending on what is the most pressing issue or the most promising approach at any point in time. This may for instance depend on progress in hardware (recently Graphical Processing Units), in mathematics (optimization) or the emergence of new problems (ranking answers for a search engine, predicting labels in large graphs).

For instance, some of the older and most successful researchers in my field have had to switch from artificial neural networks, which they were keen to describe as a panacea in the 80's, to approaches that were exclusively fueled by mathematical statistics and convex optimization over the last 2 decades. Some of them are even advocating neural networks again! Therefore, academic meetings in machine learning have a very competitive atmosphere, in which researchers enjoy confronting each other and dispute other researchers' findings. These struggles are not what I imagined, as a graduate

student, academic life would be. I was expecting a more collaborative and pacified atmosphere. I now recognize that these tensions are, on the contrary, the sign that my field is well alive and growing. Therefore, if you believe your expertise in engineering can help contribute to any of our problems, you are more than welcome to propose new ideas: your approach may well become one of the new hot topics in my field, as long as it works and it is mathematically beautiful!

(准教授 情報学研究科知能情報学専攻)

◆ 紹 介 ◆

関係性の継承・発展からみた住宅・地域計画

前 田 昌 弘



「コミュニティ」という言葉が近年、ますます注目を集めています。特に東日本大震災の被災地でみられたボランティア等の活動は、現代の日本においても

共助の精神が健全に機能しうることを示し、その基礎となるコミュニティの重要性を私たちは改めて認識しました。被災地に限らず、町内会やNPO、社会的企業なども含めた広い意味での「コミュニティ」への期待は確実に高まっています。一方で、コミュニティは多義的で曖昧な概念であると言われ、それゆえに、何もかもコミュニティの問題として捉えられ、物事の本質が看過されるという危うさもあります。私が専攻する建築計画学分野においても以前から、「コミュニティ」という概念を安易に用いてはならないという風潮があったようです。それには、この概念が持つある種の危うさが関係していると思われます。

私自身、学部、大学院と京都大学で建築を学んできて、建築をつくる際の考え方にコミュニティを積極的に取り入れたことはあまり多くありませんでした。コミュニティは曖昧で不確かで、建築の計画・設計の拠り所とするには少し頼りないと感じていたからです。むしろ、建築の計画・設計に対するおそらく一般的なイメージと同じく、物と空間で構成されるシステムを中心として建築の計画・設計を捉えていました。そのような私が今は、視点を変えて、「コミュニティ」と「住宅・地域」の関係を研究のテーマとしています。

私がこのようなテーマに関心を持ったきっかけの一つには、博士研究として取り組んだ2004年インド洋津波後のスリランカにおける住宅復興とコミュニティに関する研究があります。博士研究の中で、



マイクロファイナンスの集会の様子

マイクロファイナンス（貧困層向けの無担保での融資）という仕組みを介して、津波被災者の生活再建に必要な資金と空間が、彼らに残された唯一の資源であるコミュニティ（人と人の関係性）によって再形成されていく過程が明らかになりました。そのような過程に触れることで、コミュニティの役割をリアルに感じるとともに、多義的で曖昧であるからこそ、より厳密にコミュニティを研究したいと思うに至りました

また一つには、私の博士後期課程の指導教員であり、現在の上司でもある高田光雄教授との議論の中で、実践的なコミュニティ研究の方法論を学んだことがあります。西山卯三先生、巽和夫先生、高田先生と連なる京大の住宅研究の系譜では、それぞれの研究者が独自のスタイルを持ちつつも、住宅を単なる物理的な存在ではない、「社会的な存在」として捉えるという点において一貫してきました。私も、このような研究環境において、コミュニティという比較的小さな「社会」から住宅を捉えるという現在の研究テーマに導かれていったのかもしれませんが、現在、研究室では住まい・まちづくりに関する様々



コミュニティにおける関係性の分析の例

な実践的な研究を通じて、現代社会における住宅・地域の再生のあり方を探求しています。

人と環境の関係は建築計画学において常に主要な関心ですが、私が重視しているのは、持続可能な地域運営を可能にしている（あるいは不可能にしている）「コミュニティ」（人との関係性）の本質とその継承・発展の方向性を問い、人々の関係性を起点として「住宅・地域」（環境）を構想するというアプローチです。このようなアプローチは住宅計画に関わる既存の研究枠組み（初期の住宅計画研究、環境行動論的研究、ハウジング論的研究）を架橋し、

さらに人と人の関係性という文化の次元に関わる視点を加える独自の試みであると私は考えています。このような試みを意義のある成果にしていくのは簡単なことではありませんが、人間社会の基礎理論に関わる人文科学系（人類学、社会学、経済学など）の研究との連携を積極的に行うこと、また、地域開発、地域まちづくりの実践に積極的に関わり、現場の視点を踏まえ考えることを重視して研究・教育に取り組んでいます。

昨年5月の着任から1年が過ぎようとしておりますが、今後ともどうぞよろしくお願いいたします。

（助教 建築学専攻）

◆ 紹 介 ◆

宇治キャンパス放射実験室

内 藤 正 裕



私は昭和 61 年 4 月に技術職員として採用され、原子核工学教室に配属されました。業務は研究室の依頼に基づく実験装置・部品の製作でした。学生の頃から機械ものには興味があり、

図面をみて分解・組み立てなどを楽しんでいましたが、採用当初は加工に関する知識などほとんどありませんでした。前任の方からは汎用加工機の使い方や依頼への対応などを丁寧に指導頂きました。それでも退職者との入れ替わりで引き継ぎ期間が短い事もあり、すぐに技術を習得できる訳もなく、着任後しばらくの依頼には苦心して対応していた覚えがあります。

原子核工学教室は昭和 32 年に創設され、6 講座が設置されました。当初はキャンパス内に専攻の建物もない状況でありましたが、実験装置の充実を優先することとし、そのために教員方がずいぶん奔走されたとの事でした。予算化の際、原子核の実験装置は大型である事などから吉田キャンパス内での設置を断念し、当時敷地に余裕のあった宇治キャンパス内に設置する事になりました。昭和 38 年に中性子発生装置・未臨界実験装置を備えた専攻念願の実験施設「放射実験室」が開所し、これ以降も特別設備である原子動力実験装置（昭和 40 年）、核燃料実験装置（昭和 43 年）、重イオン核物性実験装置（昭和 43 年）、および金属イオン物性試験装置（昭和 53 年）が次々と設置されました。設備の導入に伴って技官が配属され、装置の維持・管理、教員・学生の研究活動への支援、学生実験の担当などに活躍しておられました。最近は定年による削減により人員が不足するようになったため、これら設備の維持運営に関しても私に対応する事になりました。



放射実験室

放射実験室は宇治キャンパス本館の西側に位置する 1 階建（一部 2 階建）の建物で、教育や研究に活発に利用されています。一部施設は当初から共同利用設備として学内外の研究者に広く開放しており、各方面から多数の利用を頂いております。今までに組織の再編で改組があったり、研究科附属の量子理工学教育研究センターが設置されることなどもありましたが、原子核工学では同センターと共同で施設を運営しています。放射実験室での私の業務は粒子線加速器装置の維持・管理が主で、設置から 40 年にも及ぶ実験装置が今も高い稼働率で共同利用されている事もありますので、装置の定期的なメンテナンスは非常に重要で、年に一度のオーバーホールや運転状況の管理、学生・教員の相談を受けて現場での装置製作や改良に関する相談、ラインの組み替え等の作業等にも対応しております。

また当施設では、当初からの装置を維持し続けているだけでなく研究内容の発展や多様化に対応すべく、イオンビーム分析実験装置（昭和 63 年）、マイクロイオンビーム解析実験装置（平成 21 年）と継続して設備の更新・充実を行っています。現在

利用を頂ける装置は、4基の粒子線加速器であり、イオンと原子分子の衝突反応過程に関する研究やPIXE、RBS、チャンネルング、ERDA等の元素分析・構造解析などを行っております。

建物は50年も経過して老朽化していたため、実験装置や周辺機器だけでなく施設の定期点検、また急な故障など思わぬ対応なども行っておりました。しかし、建物は4期にわたる増設を経て現在の形になっているため、接合部分などから雨水が浸入する事も多く、幾度と補修を行ってきましたが、効果はあまりありませんでした。その結果そここで雨漏れがあるような悲惨な状態で実験を行っておりました。この度、施設部・工学研究科など事務部のご協力により、7月から5か月に及ぶ耐震改修工事を行って頂きました。工事計画などの確認に始まり、実験室内の物品の移転、工事期間に作業内容の確認・調整、施工後の点検、移転物品の再搬入、室内整理、装置の再立ち上げなど大変忙しい期間でしたが、工事によって不具合箇所が改善され、新しい施設に生まれ変わったようになりました。ご協力頂いた方々には大変感謝をいたしております。

放射実験室は研究環境も整い、装いも新たに活動を再開致しました。今まで以上に教育・研究活動にご利用頂く事を期待しております。

(技術専門員 技術部)

◆特 集◆

工学研究科附属量子理工学教育研究センター

センター長 伊 藤 秋 男



工学研究科附属量子理工学教育研究センターは、1999年（平成11年）4月設立の旧量子理工学研究実験センター（10年時限）を2009年4月に改組したもので、当センターの英語

表記 Quantum Science and Engineering Center の頭文字をとって通常は単に QSEC（キューセック）と呼んでいます。QSEC 設立当初の学内事情や意義等については初代センター長の今西信嗣教授（現名誉教授）の記事（工学広報 No.38、2002 年）に概要が記載されていますが、その後の改組等も含め改めてご紹介させていただきます。

本センターの主要なミッションは以下に述べるように粒子加速器および放射性同位元素や核燃料物質等を用いた教育研究と学内研究支援活動の二つに集約されます。このようなミッションを遂行するためには特殊な実験施設が不可欠となるため、加速器や放射性同位元素および核燃料物質の使用施設（文科省認可）である原子核工学専攻放射実験室（宇治キャンパス）をプラットホームとし、2004年8月に新設された宇治総合研究実験棟の QSEC 実験室においても活動しています。センターの教職員は、センター長、教授1名、准教授2名、助教1名、非常勤事務職員1名、労務補佐員1名、研究支援推進員1名、から構成されます。

宇治キャンパス

住 所 〒 611-0011 宇治市五ヶ庄 京都大学
宇治キャンパス

アクセス：JR 奈良線黄檗駅または京阪黄檗駅より
徒歩 10 分

宇治キャンパスには化学研究所、防災研究所、エ



工学研究科放射実験室



宇治総合研究実験棟

エネルギー理工学研究所および生存圏研究所の4つの大学附置研に加え工学研究科、農学研究科、エネルギー科学研究科、情報学研究科などのサテライト部局の研究施設があり、京都大学における理工系の教育研究を支える重要な役割を果たしています。キャンパスでは、工学研究科（295名）、理学研究科（139名）、農学研究科（133名）、エネルギー理工学研究所（120名）等を中心に約800名（修士499名、博士299名）の大学院生と学部生134名（内、工学部101名）が常時活発に研究を行っています（2013年

7月現在の統計)。また、特にこの10年間は総合研究実験棟(2004)を始め「宇治おうばくプラザ」(2009年)や「宇治地区先端イノベーション拠点施設」(2011年)など大型の建物が新設されると共に古い建物群の耐震改修工事も進行しており、一昔前と比べるとキャンパス全体は見違えるばかりの新しさに変容しています。宇治キャンパスにあまり馴染みの無い教職員の皆様は是非ご来構ください。

量子ビームの科学

さて、今世紀は量子の時代であり、物質内の原子や分子の挙動や反応が支配しているナノスケール領域での物質の性質を正確に理解することなくして真の科学の発展はおよそ不可能な段階にきています。現在、多様な研究が展開されている物質科学や生命科学、環境、農学あるいは宇宙科学の分野では原子分子レベルでの物質現象の解明が最重要課題の一つとして認識されています。電子やイオンなどの荷電粒子を高速度に加速する粒子加速器はヒッグス粒子発見などの素粒子研究や原子核反応の諸研究に代表されるように自然界を支配する基本法則を探る有力な手段として開発され、既に80有余年の歴史があります。電子や単原子イオン、クラスターイオンあるいはレーザー等の光子ビームなどの総称としての「量子ビーム」は、物質内の個々の原子と直接的に相互作用をするという特異な性質があるため、原子の性質を探る原子物理学などの基礎学問のみならず物質内の組成元素分析や結晶構造解析などの測定手法として、あるいは様々な元素のイオンビームを用いた注入・改質による高付加価値機能を備えた新材料創製的手法として、電子工学、材料科学、生物、医学、農学、地球科学、考古学、環境科学など非常に広範囲な分野で利用されています。更には、高エネルギーの陽子や炭素イオンあるいは中性子を用いた粒子線がん治療に代表される新しいタイプの放射線治療法が医療分野において広く実施されており、高いQOL(quality of life、生活の質)値の優れた実績を上げています。このように量子ビームは現代社会において必須不可欠な基盤技術のひとつとなっている反面、原子分子を主体として扱う学問的観点から見ると成熟した学問体系として確立してい

る訳ではありません。各々の応用分野の現場では経験的知識を基に利用しているのが現状であると言えます。量子ビームと物質(生体も含む)との間に起こる反応メカニズムを理解してその奥にある原理や法則を究明すること、及びその学理を基礎とする斬新なアトムテクノロジー技術の確立が求められています。また、原子力エネルギーの利用については2011年に起きた東電福島第1原子力発電所の事故を受けて様々な議論がある中、特にアクチニド元素を含む使用済み核燃料の処理処分技術の確立を始めとする重要な課題の解決が望まれており、総合科学としての原子力学の大学における教育・研究の重要性が認識されています。

宇治総合研究実験棟

おおよそ以上の主旨の要請から、先ず主要な研究基盤設備である加速器を原子核工学専攻からQSECに管理替えを行うと共に、加速器・RIおよび核燃料物質の使用施設を備えた工学研究科付属の研究センター新設の概算要求を行った結果、1999年に組織(1,2,1)が認められ、建物についてはQSECを含む宇治地区3部局のセンター(旧 宙空電波科学研究センター、化研バイオインフォマティクスセンター、QSEC)の共同提案に対して予算措置がなされ、3センターを収める総合研究実験棟が2004年8月に竣工し現在に至っています。この実験棟は総面積が8,857㎡の地上5階建て、その内947㎡(居室・実験室:674㎡、オープンラボ:273㎡)がQSECの面積です。実験棟内の共通スペースとしてのオープンラボについては宇治地区全部局を対象にプロジェクト募集を行い総合研究実験棟連絡協議会で審議し実施プロジェクトを決定するシステムをとっており時勢に合わせた柔軟な運用をしています。実験棟はRI等の使用施設ではないためQSECではクラスターイオンビームを主とした研究プロジェクトを展開しているところです。

QSECのミッション

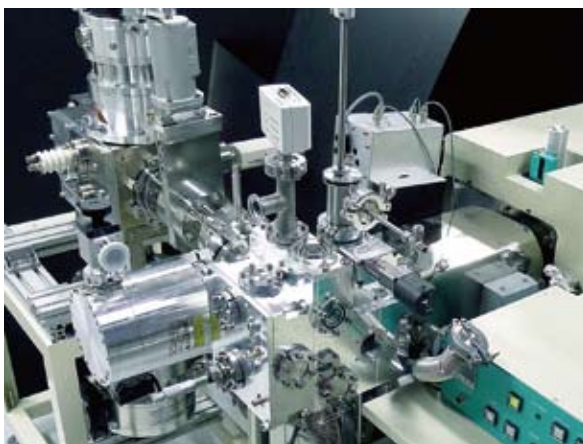
QSECは原子核工学専攻とエネルギー科学研究科エネルギー基礎科学専攻(エネルギー反応学講座エネルギー化学分野)との連携をコアに、「量子」と「エ

エネルギー」の二つをキーワードとした核エネルギー・生命物質科学に関する連携共同研究推進のため工学研究科の他専攻および原子炉実験所との協力体制のもとに運営しています。本センターの専任教員は原子核工学専攻の協力講座として量子理工学講座を担当し、学部においては工学部物理工学科を兼担して大学院・学部の教育研究を行なっています。特に、平成20年度に開設した大学院博士前期後期連携教育プログラム「生命・医工融合分野（融合工学コース）」に参画し、医学研究科と連携して医学物理学に関連する専門科目・実習を取り入れた体系的カリキュラムの元に当該分野での幅広い視野と専門性を備えた人材育成に取り組んでいるところです。京都大学の他の付置研究所・研究センターと比較して教育の占める割合が極めて高いことが本センターの大きな特色となっており、法人化後の国立大学に求められている研究施設の在り方に合致した重要な使命を果たしているといえます。

QSECの主力装置である加速器が設置されている放射実験室は1963年の竣工以来ほぼ50年を経ており老朽化が著しいため、2013年8月～11月にかけて耐震改修工事が行われました。放射実験室についての概要は工学広報今号の内藤正裕技術職員の紹介記事をご覧ください。内藤氏の紹介文に記載されているように、重イオン核物性実験装置（バンデグラフ型加速器、1969年）やイオンビーム分析実験装置（タンデム型加速器、1988年）は設置以来現在に至るまで学内の強力な共同利用実験装置として多数の部局（工学、エネ科、理学、農学、医学、原子炉実験所、RIセンター等）における教育研究に多大な貢献をしてきました。イオンと物質内原子との間の相互作用力、言い換えるとイオンが物質に及ぼす様々な衝突照射効果は数メガeVのエネルギー領域で最大になるため、MeVエネルギーの粒子ビームを作り出せる加速器は極めて重要な研究用機器であり、それ故に産業界の様々な先端分野（エネルギー、計測、材料、デバイス、バイオ）で活用されています。一方、高エネルギー加速器機構やJ-PARCなどにある高エネルギー加速器とは異なる中程度エネルギー領域のMeV加速器や関連設備が整った大学は我が国には殆ど無く、京都大学工学研究科QSEC



イオンビーム照射実験室



クラスター飛行時間型二次イオン質量分析装置

の加速器施設は我が国における先導的な教育研究拠点としての役割を果たしてきています。その長年にわたる教育研究の成果が認められ、2009年度文科省施設整備費と京都大学重点事業アクションプラン2006-2009の支援を受けて、新鋭の加速器「マイクロイオンビーム解析実験装置（量子ビーム生体分子動態解析実験システム）」が2010年3月に設置されています。この装置を含めた主力3機の重イオン加速器は各機とも年間8000時間を超える稼働率で学内外の多くの研究者・学生が利用しています。特に、教育設備として加速器等の大型設備を利用していることは他大学では行い得ない大きな魅力ある特長となっており、実際にも大学院入学試験では他大学からの受験者数が年々増加しており、今後とも維持すべき重要な役割の一つとなっています。更に、プロセステクノロジーとしてのクラスターイオンビーム応用に対する我が国の科学技術施策と産業界の強い要望を受けたNEDOやJST-CREST等の大型外部資金により先端加工・計測技術基盤研究を総合研究実験棟で展開しています。量子ビームによる加工・計測・分析技術の革新的なブレークスルーを目指しているところです。

学内研究支援活動としては加速器の共同利用に加え環境安全保健機構の業務の補完活動として、電子顕微鏡などの染色剤として使用されている硝酸ウラン等の昭和52年の法改正以前の未登録核燃料物質の保管管理をエネルギー科学研究科との協同体制で行なっています。

QSECの教育研究活動の中心舞台である放射実験



室は加速器・RIや核燃料物質の使用施設としての特殊研究環境を活かした様々な研究が展開しています。それら全体の教育研究のアクティビティをまとめたQSECアニュアルレポート（英文）を毎年発行し学内の関連部局と文科省を初めとする政府諸機関、全国の関連諸大学および海外の研究機関に配送しています。QSEC独自の研究成果としては、過去10年間の年間あたりの平均で、英文ジャーナル誌発表論文約30編、学部卒業論文10編、修士論文12編および博士論文4編を数えます。

また、毎年秋に開催される宇治地区オープンキャンパスにおいては一般人を対象とした「放射線を見る」・「放射線で見える」と題したテーマで日常生活の中での放射線やイオンビームの優れた特長を体感してもらっています。さらに、高大連携活動の一貫として宇治キャンパス近くにある京都府立菟道高等学校の地域教育プログラム「UJI学」に協力し、放射線とイオンビームを用いた実験実習を2006年から毎年行っており好評を博しています。

以上、QSEC＝量子理工学教育研究センターの活動の概要を紹介しましたが、生命科学を初めとする多くの分野に共通する量子ビーム・核エネルギー・放射線を主軸テーマとする原子力・放射線科学は研究面および人材育成の教育面において今後ますます根幹的に重要な学問になります。それに直接携っている本センターの果たすべき役割と責務は極めて大きいと考えます。

本センターの改組ならびにその後の円滑な運営はここ3代の工学研究科長（大嶋幸一郎教授、小森悟教授、北野正雄教授）をはじめ、工学研究科およびエネルギー科学研究科の各専攻の教職員ならびに工学研究科事務部のご理解とご支援に支えられています。当センター関係者に代わりここに厚く御礼申し上げますとともに今後とも更なるご支援ご指導を賜りますようお願い致します。

（教授 原子核工学専攻）

◆特集◆

工学研究科附属「流域圏総合環境質研究センター」 (Research Center for Environmental Quality Management)

清 水 芳 久



工学研究科附属「流域圏総合環境質研究センター」(以下センター)は、滋賀県大津市由美浜の琵琶湖の畔にあり、隣に大津市水再生センター、近くにプリンスホテルがあります。吉田

キャンパスからは、道のりで17km程の距離で、車では約40分(非渋滞時)で到着できます。電車・バス等の公共交通機関を利用した場合は、1時間程度のアクセスです。付近の琵琶湖湖岸は公園化され、良好な周辺環境が維持されています。センターは約2,400m²の敷地に研究棟や実験棟などの施設を有しています。研究室面積は約240m²、実験室面積は約580m²であり、一人当たりの面積にすると(平均的學生・院生数30名とする)、研究室面積8m²、実験室面積19m²となります。

センターは、昭和46年に工学部衛生工学科の「水質汚濁シミュレーション設備」として開設されました。当時、琵琶湖の重金属・PCB汚染、富栄養化、水道臭気問題、流域下水道の建設など、水質汚濁関連諸問題が起こり、それに 대응べく滋賀県や大津市の援助と工学部衛生工学科の努力で設置されまし



流域圏総合環境質研究センター

た。その後、社会情勢は一時環境問題離れが起きましたが、琵琶湖の水環境問題は飛躍的な改善が進んだとは必ずしも言えずに現在に至っています。

その後、14年間の活動を踏まえて昭和60年に工学部附属「環境微量汚染制御実験施設」の設置(教授1、助教授1、助手1)に至りました。当時、琵琶湖の地域的问题であった環境問題は、地球上のすべての湖沼やダム湖に共通する問題として認識されるようになり、現在では地球環境問題の中に琵琶湖の経験、活動が活かされつつあります。「環境微量汚染制御実験施設」は10年の時限を条件に設置された施設でしたが、その成果が認められ、平成7年からは工学研究科附属「環境質制御研究センター」として拡充され、再出発をしました。定員は「教授2、助教授2、助手1、外国人客員研究員1」に加え、世界的な環境質(特に水環境中の微量な毒性物質)のリスクの制御に関する研究を実施してきました。「環境質制御研究センター」は、環境微量汚染制御実験施設施設と同様に10年の時限を条件に設置された施設でしたが、その教育・研究成果が認められ、またより一層幅広い研究・教育体制が必要となったことから、平成17年に工学研究科附属「流域圏総合環境質研究センター」として改組され、現在まで、積極的な研究・教育活動を展開しています。

現代は、健康で文化的、かつ福祉に富んだより高度な生活の場や自然(即ち、環境質)を求める社会的ニーズの増大と、環境の質を脅かすリスク要因の増大により、環境質に関してはその制御に加え、将来を予見・管理することが必要な時代となってきています。このことはわが国のみならず、世界的にもリスク低減が重要であり、なかでも途上国での水問題(特に飲み水と衛生問題)の解決が世界的な緊急課題です。この解決のためには、河川・湖沼流域全体の広域予見と管理が不可欠です。また、教育機能



琵琶湖水導水ポンプ

の強化、産学連携や地域貢献活動の充実が求められ、研究、教育成果が目に見える形で実社会への還元が強く求められています。琵琶湖・淀川流域は、湖・河川・海が一体となった日本の代表的な流域の一つです。センターは、この流域内でも特に重要な琵琶湖沿岸にあり、湖・河川・海・森林・農地・都市・工業用地等が存在する理想的な教育・研究対象を



持っています。センターでは、琵琶湖の水を導水ポンプで実験室内まで直接導水して研究に利用することができる設備も有しています。ロゴマークは、平成17年のセンター改組の際に、琵琶湖の形をイメージしてセンターの教職員・学生でデザインしたものです。外枠の円は現在を超えて、将来にまで広がる研究への期待を意味し、色は琵琶湖周辺の自然環境をイメージして、青と緑にしました。

センターでは、最新鋭の研究設備を利用して、水環境・土壌環境・大気環境における質に影響する物質の発生予見・動態把握・評価・制御・監視・管理に関する基礎および応用研究の総合化を図り、さらに、地域環境問題を解決するための人材の育成およびそれに必要な管理技術を研究・開発するため、行政や研究組織への学生の派遣研修とセンターでの教育・研究(インターブリッジシップ)を行っています。また、センターでの基盤的研究実績を生かし、マレーシアマラヤ大学および中国清華大学深圳キャンパスにある京都大学海外拠点の運営をセンター教員が

とめ、それぞれ「リスク評価に基づくアジア型統合的流域管理」と「21世紀型都市水循環系の構築のための水再生技術の開発と評価」といった国際共同研究の活発な展開を図っています。アジア圏の大学間での遠隔教育ネットワークによるe-learning講義も展開し、さらに、民間を含めた実務者の招聘、共同研究などを通じて、国、地方公共団体、民間との積極的な連携を図る中核組織を担っています。

センターは、環境質管理、環境質予見および環境質監視分野の3つの分野から構成されています。環境質管理分野は、環境質に関わる新規成分の定量・評価方法を開発すると共に、環境質の管理(低減化・維持)に関わる技術的、政策的方法を探索しています。また、環境質の劣化あるいは改善に関する効用と対策に要する負荷の統合的マネジメントを研究しています。環境質予見分野は、環境質に関わる成分の環境中での動態を把握し、その反応・移動機構を明らかにすると共に、その将来的な動向を予見する技術を開発することを目標としています。特に、地域で既に一部顕在化、あるいは潜在的ではあるが顕在化する環境問題を国、地方公共団体などと連携して、把握、予見し、取り組むべき研究課題を考究しています。環境質監視分野は外国人客員教授からなる分野です。環境質に関わる成分の生態系および人に対する影響を評価し、リスク管理を行うと共に、それを監視する技術について研究しており、特に、途上国を含めた世界的に共通な地域環境問題を監視するための研究を実施しています。

具体的なテーマとしては、琵琶湖・淀川流域や東南アジア(特にマレーシア)の湖沼・河川流域のガバナンスを含めた統合的流域管理、湖沼や下水処理水中の難分解性溶存有機物の機能評価、多様な生物が棲む水環境を目指した化学物質のリスク管理、水の再利用、衛生学的に安全な水環境の確保、健全な都市・流域水循環系構築、現場への適用に重点を置いた研究と、毒性メカニズム解明、発がんメカニズム解明、バイオインフォマティクス環境生物学の構築などの基礎研究を両輪として研究を推進しています。

センターは研究のみならず教育充実も目標として活動しており、環境質管理分野と環境質予見分野は都市環境工学専攻の協力講座として大学院教育に加

わり、学部教育でも地球工学科学生の卒業研究指導や学部科目の講義等で参加しています。また、センターに在籍する院生学生数は約40人ですが、常にヨーロッパ、アフリカ、東アジア、南アジア、米国などからの留学生が在籍し、国際的な雰囲気の中で活発な研究活動が行われています。また、外国に留学する日本人学生も数多くいます。環境質監視分野は外国人客員教授からなる分野であり、センターのみならず、関連専攻の教員・学生との共同研究や国際的教育の遂行などで、大きく寄与しています。

センターには、センター長と教員6人（教授2、准教授1、講師1、助教1、外国人客員教授1人）、研究員5人、非常勤職員5人、大学院生約30人がおり、研究・教育活動を行っています。外国人客員教授のポストは最低滞在期間3カ月という条件の下、環境質制御研究センターの設立当初から現在まで14カ国（米国、スウェーデン、デンマーク、オーストラリア、中国、ヨルダン、韓国、トルコ、インド、タイ、イギリス、イスラエル、台湾、マレーシア）から25名の研究者が来日しています。

センターでは、世界最先端の研究施設と設備をフル活用して、今後より一層の研究・教育活動を実施していくつもりです。

住 所 大津市由美浜1-2

電 話 077-527-6220 ～ 6224

F A X 077-524-9869

<http://www.eqc.kyoto-u.ac.jp>

アクセス

- ・JR 膳所駅から徒歩約20分
- ・京阪錦駅から徒歩約7分
- ・JR 大津駅からタクシー約10分
- ・名神大津インターから車約10分

（教授 流域圏総合環境質研究センター）



センター構成員

編集後記

本号表紙は、桂キャンパスを訪れた桂坂小学校の生徒さんの元気な姿を掲載しました。

巻頭言では、伊藤新研究科長に課題と抱負について執筆していただきました。

本年3月は定年年齢延長により退職教員はないため、随想はありません。

紹介においては、建築学科を卒業された岡本達雄氏（(株)竹中工務店 常務執行役員）より、学生時代の思い出や現在のお仕事について、学内では Cuturi Marco 氏（情報学研究科知能情報学専攻准教授）、前田昌弘氏（工学研究科建築学専攻助教）、内藤正裕氏（宇治キャンパス放射実験室技術専門員）に研究や業務について執筆願いました。

本号では、特集として工学研究科の持つ遠隔地施設である、附属量子理工学教育研究センター、附属流域圏総合環境質研究センターの紹介をお願いしました。

ご多忙にもかかわらず原稿依頼をご快諾いただき、貴重な時間をさいてご執筆いただきました皆様に厚く御礼申し上げます。

投稿、さし絵、イラスト、写真の募集

工学研究科・工学部広報委員会では、工学広報への投稿、余白等に掲載するさし絵、イラスト、写真を募集しております。

内容は、工学広報にふさわしいもので自作に限ります。

応募資格は、工学研究科・工学部の教職員（OBの方も含む）、学部学生、大学院生です。

工学研究科総務課総務掛で随時受け付けております。

詳しくは、総務掛（075-383-2010）までお問い合わせください。

工学研究科・工学部広報委員会（平成26年4月～）

委員長	伊藤 紳三郎	教授
委員	木元 小百合	准教授
委員	鉾井 修一	教授
委員	林 高弘	准教授
委員	佐藤 高史	教授
委員	棕 木雅之	准教授
委員	岩間 一雄	教授
委員	今堀 博	教授

工学広報オンライン用 URL: <http://www.t.kyoto-u.ac.jp/publicity/>

