



東京大学工学部 広報誌

Volume 36 | 2010. 4

▶▶▶ contents

- 1 | 心臓シミュレータ ～計算科学と医学の融合～
- 2 | 持続可能な発展と日本の温暖化対策の政策決定への貢献
～政策と技術の融合～
- 3 | サステナビリティ学プログラム

新領域創成科学研究科の理念である「学融合」。相異なる学問分野を組み合わせ、新しい研究を日々開拓しています。

1 | 心臓シミュレータ ～計算科学と医学の融合～

人間環境学専攻に所属する計算科学者の久田俊明教授、医学者の杉浦清了教授が中心となって進める「心臓シミュレータ」は医療の在り方を変える影響力の大きなプロジェクトです。2、3年以内の実用化に向けて企業、医療機関とも連携しながら、研究を進めるお二方にお話を伺ってきました。

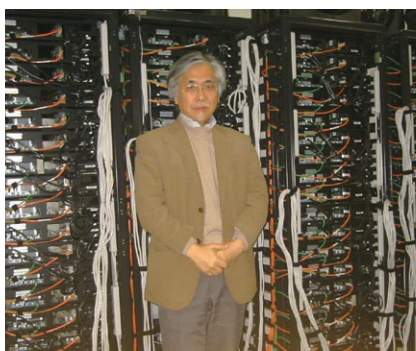
Q. 研究内容について教えてください。

久田：医学、生理学的にわかっているミクロからマクロまでの心臓の知識、計算科学のあらゆる技術を総動員して、コンピュータ上に人の心臓と同じ物理化学現象を持つ心臓シミュレータを再現しています。

イオンチャンネルやタンパクの化学反応モデルから始まって、心臓の拍動、血液を送り出す様子、それらが血圧や心電図にどう現れてくるのかまでを一貫して再現するというのが私たちの研究です。

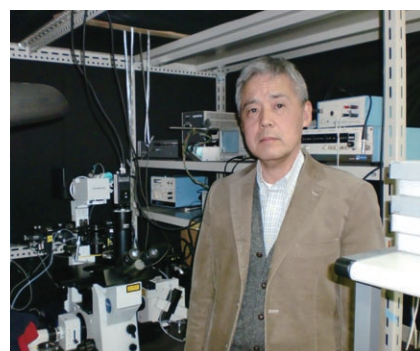
杉浦：グラフィックにする事で、臨床画像との対比から心臓のどこに問題があるのか一目でわかり臨床の医師にとっては診断がしやすくなります。

また、バーチャル心臓なので実際にはできないことでも何でも試す事ができます。動物実験の代用、新しい医療機器の提案、新薬テス



久田俊明教授

新領域創成科学研究科 人間環境学専攻



杉浦清了教授

トへの利用など多くの可能性が開けています。

Q. 心臓シミュレータによって医療はどのように変わるのでしょうか？

久田：将来的には病院に来院した患者さんの心電図、超音波エコー、MRI、CT、血液検査などのデータを担当医が「心臓シミュレーションセンター」に送ります。すると翌日にはその患者さんのバーチャル心臓が完成し、計算機上でその心臓に様々な治療法を試して、幾つかの治療オプションと共に最も

効果のある方法を担当医に戻すことで最適な医療に貢献したいと考えています。特にやり直しのきかない手術や、従来困難であった突然死の予測等、これまでの医療の限界を超えた新たな診断、治療の方法を創出します。さらに創薬や医療機器開発などへも応用可能で、既に我国初の植え込み型除細動装置の開発では画期的な貢献を果たしました。

膨大な量の計算が必要になる為、バーチャル心臓を動かすには、現在柏キャンパスにある300コアの

並列計算機（久田先生写真背景）を使って7、8時間という計算時間がかかります。高精度化、高速化を図ってあと、2、3年のうちに実用化することが目標です。

杉浦：医療機器が高度になればなるほど沢山の情報が得られるようになってきましたが、それをどう診療に生かすというのが現場の抱えている課題です。端末で見たい所をクリックしたらフォーカスできるようにするなど、メーカ、医療機関とも共同で使いやすい機器にする為に研究を進めています。

Q. お二方のバックグラウンドについて教えてください。

久田：私は機械工学科出身で、連続体力学を専門としてきました。連続体力学とは、流体、固体の運動を数学的に解析する学問です。この研究を始める前は、応用対象としては、原子炉やロケットの安全性の研究をしていました。

心臓のシミュレーションはこのような経験で培ってきた構造力学、流体力学、電気化学、計算技術など多くの学問がフルに生かされる分野であり、やりがいを感じています。

杉浦：私は東大病院の循環器内科で医師として勤める傍ら、基礎に近い研究も行っていました。心臓を動かしている元のタンパク分子や一個一個の細胞が出す力を測るなどミクロレベルの世界での研究でした。

現在いろいろな分野で、研究の対象があまりにも細分化され全体が分からなくなることが問題になっています。臨床医学でも自分の専門から離れた問題は、他の専門家にコンサルトしながら解決することが日常的に行われています。しかし、コンピュータ内に心臓をつくるためには心臓の全てを理解することが要求されます。

工学系の先生からの原理を追及

する問いかけに対して改めて自分の理解が不足していたことを痛感し、心臓の勉強をやり直した感じでした。

Q. なぜ「心臓」のシミュレーションを行おうと思ったのですか？

久田：8年ほど前に、病院からいらした杉浦先生とご一緒する機会を得ました。先生のご専門が心臓とのことで、それ以来心臓シミュレータに興味を持ち2人の教授が一つの研究室で研究を行っています。

また、これだけの計算科学技術が生きるのは臓器の中でも心臓です。例えば肝臓のシミュレータでは化学反応だけを取り扱うことになり単純です。

杉浦：肝臓は体内に納まりさえすれば良いので機能に対して全体の形には大した意味はありません。それに対し、ポンプとしての役割をはたす心臓は形に決定的な意味があります。

また、現場でのニーズも高まってきました。近年では、遺伝子レベルで患者さんの問題点をミクロな現象として解析できるようになりました。しかしそれらがどのように心電図や血圧などのマクロな現象に影響を及ぼしているのかを実験的に明らかにすることは難

しいのです。

その二つの現象の間にある大きなギャップを、誰もが納得する形で埋めるのは心臓シミュレータしかありません。

Q. 学生にメッセージをお願いします。

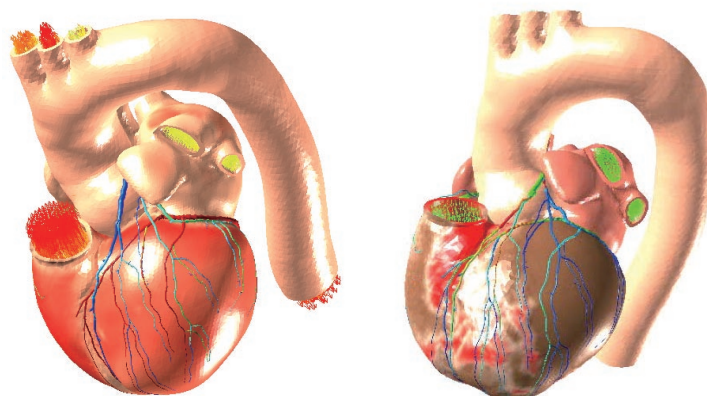
久田：学生の短い期間で最先端の研究に本当に携わる事は難しいと思います。それよりもしっかりと基礎的勉強をして将来に役立つ知識、実力をしっかりと身につけて欲しいと思います。

去年私の研究室に配属された4年生には、流体力学と構造力学を基礎からしっかり勉強するようにと伝えました。一人の学生は、理論を理解することに大半の時間を使いましたが、結果として研究でも成果を残し、幸い工学部長賞を受賞しました。

杉浦：我々のような境界領域というのはどちらの分野も浅くなってしまいがちなので気をつけなくてはいいけません。

また、研究と言うのは流行り廃りがあるのでむやみに手を出すと取り残されてしまう事もあります。なので、学生の間は色々なことに手を出すよりも一つの分野を究めて欲しいですね。

（インタビューー 北野 美紗）



コンピュータの中に再現された正常心臓（左）と心筋梗塞心臓（右）
左では心室の収縮力（赤色で表示）が強く血液を勢い良く拍出しているが、右では血管が詰まり、心筋に酸素が行かなくなっているため（茶色領域）拍出も弱い。

2 | 持続可能な発展と日本の温暖化対策の政策決定への貢献～政策と技術の融合～

二人目は、環境システム学専攻の松橋隆治教授です。現政権の公約でも話題になっている、温室効果ガス削減の話などを伺いました。日本の政権公約にも関わる分野を扱っているだけあって、日本を良くしようという熱意を持っていらっしゃるということが伝わってくるインタビューでした。



松橋隆治教授
新領域創成科学研究科
環境システム学専攻

Q. まず、先生が行っている研究の内容を教えてください。

中心となっているのは、温室効果ガス削減に関する問題と、持続可能な発展のできる社会システムの実現です。私が若いころは、発展の持続可能性を「ハーマン・デイリーの三原則」（注1）などで定量的に表せると思っていました。しかし、これは自然や環境の分野にとどまらない、経済・社会・文化を含めた人間生活の究極的な問題であり、全てを研究し尽くすことはできないと感じるようになりました。そこで、状況を限定し、例えば「クリーン開発メカニズム（CDM）」（注2）を行う際、このCDMが地域の持続可能な発展に貢献していることが京都議定書を守る上でも重要であり、この貢献の度合いを数量で表せないか研究しました。この話題は、研究室の学生が卒業論文（システム創成学科知能社会システムコース）や修士論文（新領域創成科学研究科環境システム学専攻）で扱い、優れた研究として表彰されました。

Q. これから日本の社会に貢献していくうえでやりたいことはありますか。

2020年までに1990年当時の温室効果ガスの排出量から25%削減

させるという温暖化対策に関する公約に対して、賛成と反対の両方の立場の人間がいます。その中で、問題を解決しながら、日本がより発展するにはどうすればいいか考えています。東京大学には、行政の意思決定を行う委員会や審議会などに関わる人が多くいます。政策科学を扱っていくうえでその環境をプラスにとらえ、積極的に関わっていかうとしています。過去には「国内クレジット制度」（注3）を発案し、現在の京都議定書の、2010年までに温室効果ガスを1990年当時に比べて6%削減させるという目標が現状でも超過達成できるところまで持って行きました。学内でも全ての蛍光灯や東大病院の冷暖房を新しいものに取り換えることで、二酸化炭素の排出削減に貢献しました。

25%削減させるという公約は、並大抵の努力では達成できない難しいものです。さまざまな制度や技術を創り出して、全力で達成を目指す人もいれば、公約そのものを最初から否定する人もいます。そのような意見の違う人々がいがみ合っている中、日本は発展せず、国際的にも弱くなってしまいます。そこで、さまざまな立場の人々の意見をまとめたり、新しい制度や研究開発の芽を育てたりすることで、社会や政策の決定に還元していくことを目指しています。

Q. 読者のみなさんにメッセージをお願いします。

小宮山前東大総長の言葉をお借りすると、「勉強は全てを覚えるより、原理や理論を理解することが重要だ」と思います。原理や理論をきちんと理解し納得していれば、

あとで見直せばすぐに思い出せるので、そのような勉強をして欲しいです。

また、好きなことややりたいことに、強い意志を持って取り組み、その若いエネルギーによって社会に活を入れて欲しいです。経済学者のケインズもその著書の中で「経済発展は、数学的な計算などによる合理的な意思決定だけではなく、血気／animal spiritを持って後先考えずにやることによるエネルギーによっても引き起こされる」と述べています。みなさんも、若いうちは間違ってもやり直しがきくので、攻撃的に物事に挑戦してください。

（注1）ハーマン・デイリーの三原則：持続可能な発展において必要といえる3つの原則で、「枯渇する資源の消費速度は、再生可能資源に転換する速度以下でなければならない」「環境排出物の排出速度は、自然に吸収される速度以下でなければならない」「水産物や農産物を捕獲・収穫する速度は、再生する速度以下でなければならない」の3つを言う。

（注2）クリーン開発メカニズム：途上国での省エネルギーや植林によって削減される、二酸化炭素の排出量を、先進国の排出実績として認める制度。日本はこの制度を利用して、官民合わせてすでに4億5千万トン分の契約を行っている。

（注3）国内クレジット制度：自主行動計画を持つ大企業が、国内の中小企業や一般家庭による削減事業を支援し、この削減分をクレジットとして認めるもので上記CDMの国内版ともいえる制度。

（インタビューアー 森西 亨太）

3 | サステナビリティ学プログラム

新領域創成科学研究科の環境学研究系の新たなプログラムとして、サステナビリティ学教育プログラムがあります。講義は全て英語で行われ、受講生の7割が留学生であることが特徴です。今回はサステナビリティ学教育プログラムの創成に関わった味埜俊（みのたかし）教授と今年度プログラムの委員長に就任される柳沢幸雄教授にお話を伺いました。また、今年度から修士課程に加えて博士課程も開講され、博士（サステナビリティ学）の習得が可能になります。



柳沢幸雄教授 味埜俊教授
新領域創成科学研究科
環境学研究系

Q. サステナビリティ学とはどのようなものなのでしょうか？

工学では経済的合理性、環境学ではそれに加えて環境の外部不経済性を考慮して、プロセスを考えます。サステナビリティ学は世代間で享受できる環境に差がないように地球維持戦略の構築を目指した学問のことです。

Q. サステナビリティ学教育プログラムは専攻とはどう違うのですか？

サステナビリティ学には環境系の様々な学問領域が必要で、いくつかの学問分野を融合しないとできあがらないような分野を扱います。プログラムの学生は環境系の専攻の1つに所属することになり、指導教員もつきますが、場合によっては、複数の指導教員につくことも可能です。大学院における学問横断型のプログラムである

と言えるでしょう。

入学試験は独自に行います。英語でエッセイを書いてもらい、それを基に英語で面接します。エッセイの内容よりも一般的な理解力や論理構成を試します。サステナビリティ学においては問題を深く掘り下げてみるよりも、俯瞰的な視点から問題を見る必要があるからです。

Q. プログラムのおすすめ講義を教えてください。

カリキュラムは知識・概念習得型科目と実践型演習科目が選択できます。実践型演習の中で特徴的なのが環境フィールド演習です。実際にアジアの現場に行き、現状を見たと、各テーマに関する議論を進めるといったものです。このプログラムには様々な国から学生が集まってくるので、そのバックグラウンドの違いを活かした議論ができます。

一例として、中国の砂漠近くのオ

アシス都市における水の利権を巡る問題について、現地で聞き取り調査を行ったうえで議論したりしています。プログラムの共通語が英語ですから、このような海外でのフィールドワークがしやすいのです。

Q. 学生へのメッセージをお願いします。

プログラムの講義は全て英語ですが、英語の力は修士課程に入ってから伸ばすことができます。英語力以上に多様な論理が組み立てられること、様々な問題を解決したいというモチベーションを持つことが大切です。

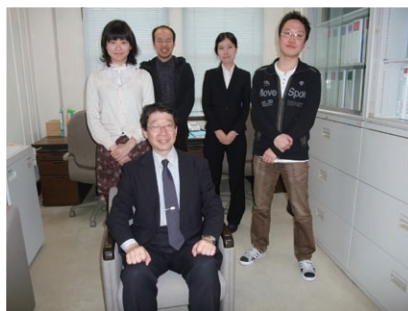
環境問題の解決に携わりたい学生は多いと思います。技術的なことだけでなく、社会全体を俯瞰する学問も必要なのですね。

(インタビューアー 西村 知)

広報室から

編集後記

Ttime! 36号をお届けします。今回は、柏キャンパスを拠点に研究・教育・社会活動を展開している新領域創成科学研究科（以下「新領域」）の先生方に登場していただきました。「新領域」は、本郷キャンパスとはほぼ同じ広さを持つ柏キャンパスに、12年前に新設された修士・博士課程のみの大学院で、現在、約1,500名の大学院生が在籍しています。工学はもとより様々な分野の教員が結集して



「学融合」を基本理念「知の冒険」をキャッチフレーズとして、新しい学問領域の創出に挑戦しています。新しい領域って何？を少しでも伝えることができれば、本号の企画は成功です。いかがでしたか？最後になりましたが、年度末のお忙しい中、取材にご協力いただいた皆様に心から感謝いたします。ありがとうございました。

(尾崎 雅彦)

(広報アシスタント)

北野 美紗、西村 知、伊與木謙太、塩野 拓、森西 亨太

(広報室)

尾崎 雅彦（新領域創成科学研究科 海洋技術環境学専攻）
中須賀真一（広報室長・工学系航空宇宙工学専攻）

Ttime!

平成 22 年 4 月 23 日 発行

編集・発行 | 東京大学
工学部広報室

無断転載厳禁



この印刷物は、FSC森林認証紙を使用しています。