



東京大学工学部 広報誌

Volume 39 | 2010. 10

▶▶▶ contents

- 1 | さわれるバーチャルリアリティ
- 2 | データから学習するコンピュータ・プログラム
- 3 | 博士課程の学生に聞く～研究生活ってどんなもの？～

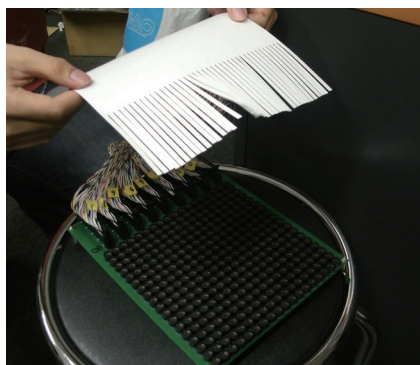
1 | さわれるバーチャルリアリティ

科学技術は視覚、聴覚の出力を可能にしました。そして今、触覚という新たな感覚の出力装置が開発されつつあります。今回お話を伺った篠田裕之准教授は、ご自身の研究のことだけでなく、今後の科学技術の展望などを熱く語って下さいました。

Q. 研究内容について教えてください。

私は人間の「触覚」に注目しています。そしてそこから得た知見をどう工学に活かしていけるかと考え、研究開発をしています。触覚というのは人間が一番良く使っている感覚の一つで、ドアを開ける時など、何か自分の願望を外に出すときに必ず用いる感覚です。

このような意味で触覚というのは潜在的に大いに可能性をもった研究対象だと言えるのです。



空中超音波触覚ディスプレイ
敷き詰められた324個の超音波振動子アレイからの超音波を空中で集束させ、圧力を発生させている。圧力がかかっている部分だけが紙が動く

Q. 具体的にはどのようなものをつくったのでしょうか？

空中超音波触覚ディスプレイという装置を開発しました。この装置では平面上に敷き詰められたたくさんの超音波振動子アレイからの超音波を空中で収束させて、空中の直径約1 cmのスポットに圧力を発生させることが可能です。

それぞれのアレイからの超音波の位相や強度を制御することによって、さまざまな圧力のパターンを作り出すことが可能です。このディスプレイとホログラムの3D映像技術とを組み合わせれば、空間に浮く、触感のあるバーチャル物体をつくり出すことができます。このことを応用して、私たちの研究室では手をかざしておく、上から触感を持ったバーチャルのボールや雨粒が落ちてくるようなディスプレイを開発しました。

ただ現状では約1.6g 重の強さまでです。また圧力のスポット径が約1 cmでこれより細かい圧力パターンをつくり出すこともできません。スポット径を小さくするにはより高い周波数の超音波にすれ



情報理工学系研究科
システム情報学専攻
篠田裕之准教授

ば良いわけですが、そうすると超音波が遠くまで届かなくなってしまうのです。

そのような制約もあって、触感に関してもさまざまなものを作り出すまでには至っていません。人間の皮膚の圧力を感知する神経には、鋭い形の物の刺激に強く反応するものと、鈍い形の物の刺激に強く反応するものなどがあり、それらを選択的に刺激するような圧力をつくり出せたら、つるつるしたものや、ざらざらしたものなど、さまざまな触感をつくり出せるのではと考えています。それを実証していくことがこれからの課題です。

Q. 人工的に触感をつくり出す技術は将来どのようなものに应用が期待できますか。

まずは身近にあるものに应用されと思います。例えばバーチャルな入力装置などです。普段みなさんスイッチというと物理的実体をイメージするでしょうけれど、視覚に対する情報と触覚のフィードバックがありさえすればいいのです。だから空間に人工的に触感を提示する技術を用いればバーチャルのスイッチが作れます。例えば病院にあるスイッチをバーチャルのものに置き換えれば衛生的ですね。他には座った時にその人の届きやすい所にスイッチが現れるといったことも考えられます。テレビを見ているときにその辺にスイッチが浮いていて、チャンネルを変えられたらすごく便利です。

でも私が本当に期待しているのは、この触感を人工的につくり出す技術が、これからの時代の人間をサポートしていくということなのです。

Q. 「これから時代の人間をサポートする」とはどういうことですか。

人の体験を作り出すということです。人間の体験には触覚が必要不可欠ですから。

かつての科学技術というのは主に人間の衣食住にかかわる事柄に向けられてきました。それは当時の人間が衣食住の欲求を満たされるか満たされないかギリギリの状態で生活していて、それがちゃんと満たされることが幸せであったからです。でも今や人間は、衣食住など当たり前になり、それが満たされることにそれほど幸せを感じなくなりました。今人間が求めているのは、人とのつながりだとか、自己実現だとかもっと高次元な欲求なのです。私はそのような欲求を満たすためには体験というものが必要不可欠だと思うのです。そしてそのためにはこの触覚に対する出力をつくり出す技術が、今後役に立つのではないかと考えています。

Q. 他にはこういったものの研究をなさっているのですか。

二次元通信技術の研究をしています。パソコンとその周辺機器を考えてみてください。一次元通信とはケーブルを用いて機器同士を接続することです。三次元通信とは無線LANなど、電波で接続することを意味します。私たちが研究している二次元通信技術は、接続したい素子を、シートという二次元のものをを用いて接続するというものです。そのシート上に置かれたものは、シート内を伝播する電磁波によって接続され、通信、受電することができます。また、導電性の布で出来たものもあります。その柔軟性とワイヤレスで通信できる点でさまざまなものへの応用が期待されています。

しかし、シートから漏れ出る電磁波の影響を無視できません。発生する電磁波は電子レンジから周囲に漏れ出る程度なのですが、机に敷かれるなど、人間のそばにずっと置かれて使用されるものなので、より厳しい基準をクリアする必要があります。これが実用化に向けての今後の課題です。

Q. 学生に向けてメッセージをお願いします。

今すべき基本的なことをきちんと勉強してください。現代は若い時から個性的であれとか独創的であれとか、難しいことを求められすぎていると感じます。しかし私はもっと当たり前のことを大切にすべきだと思うのです。イチローのように夢を追えと言ったって、全員がイチローのようになれるわけじゃないのですから。私は独創性というのは、研究室に入ってから訓練して身につけるものだと思います。私自身そうでした。だからあまり難しいことを考えずに、学生時代にはその時すべき勉強をきちんとすることが大切だと思います。

(インタビューー 長谷川 拓人)



二次元通信技術

下に敷かれた黒いシートを通して、さまざまな素子が通信している。素子は単にシート上に置かれているだけである。ダイオードはシートから受電しており、2つのパソコンはそれら同士で通信している。

2 | データから学習するコンピュータ・プログラム

IT革命に伴い、データを解析するコンピュータ・プログラムのニーズは、実社会の様々な分野において高まってきています。今回は、データ解析について研究をされている、情報理工学系研究科の鹿島久嗣准教授にお話を伺いました。先生は去年の8月まで日本アイ・ビー・エム株式会社の基礎研究所で研究されていたこともあり、先生の研究と実社会との繋がりを感じる事ができました。

Q. 先生の研究室ではどのようなことを扱っているのですか？

コンピュータに人間の持っている学習機能を持たせ、人間では扱いきれない膨大な量のデータの中から相関や役に立つ知見を見つけることを目的とした、機械学習やデータマイニングといったテーマを扱っています。データを解析するための方法論や理論を作って、これを実世界に应用することを目指しています。

Q. データ解析の技術はどのようなところで使われているのですか？

身近なところでは、商品の購買予測があげられます。インターネットのショッピングサイトなどで商品を見ていると、『この商品を買う人は、これも買っています』というのが出てきますが、あれはまさにデータマイニングを使って、過去の商品の購入データから相関関係を見つけてきて表示しているのです。

Q. これからの目的や課題としては、どのようなものがあげられますか？

まず、コンピュータの学習性能の限界を数学的・理論的に追及することがあげられます。「学習」という機能のもつ本質的な難しさというものはまだ十分には分かっていません。また、実際にデータを解析する時にも、多くの場合はそのままの形で扱えず、数学的な手法を適用できるデータ構造に変換する必要があります。テキストデータや、SNS（ソーシャルネットワークサービス）などの色々な形のデータにも使えるようにカスタマイズしたり拡張したりするという点において、まだまだやるべきことはあると思っています。

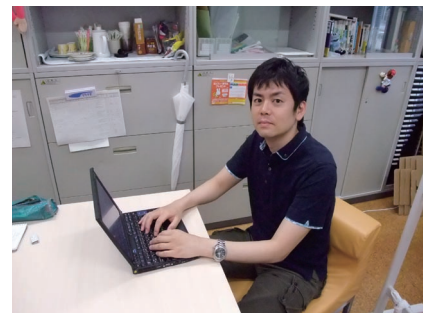
また、時間とともに性質が変

わっていくような対象を扱うのは非常に難しいです。データ解析では基本的に、解析対象の性質は時間が経っても変わらないと仮定した上で、過去のデータを元に予測をするのですが、その仮定は現実世界では容易に破られてしまいます。普遍的なものとそうでないものをきちんと分けたうえで、状況の変化をうまくとらえることは現在ではまだ難しく、そのための解析方法にはまだまだ発展の余地があります。変化を捉える技術は応用上非常に重要で、例えば異常検知などに使えます。

例えば、パソコンのハードディスクが壊れる前に、そのことを教えてくれたら対処のしようがありますよね。このようなことは単にパソコン1台だけの話ではなくて、工場の巨大な生産ラインや、原子炉の運転などにもいえます。また、企業のITシステムでは、外部からの攻撃など不穏な動きがないかを自動的に監視することができるようになります。システムの性質には時間とともに変化しているものがあって、その中から何らかの異常の予兆として現れていることをとらえることで、このような重要な使い方ができるようになると考えています。

Q. なぜデータ解析の研究を始めたのですか？

はじめから決めていたわけではありませんが、1999年に社会人になった時は、ちょうど世の中でデータ解析のニーズが高まっている時期でした。1990年代後半から2000年にかけてのIT革命によって、企業や大学などにITシステムの投入が進み、多くのデータが電子的に扱えるようになりました。しかし、データを取るためのイン



情報理工学系研究科
数理情報学専攻
鹿島久嗣准教授

フラができてきて、データがたくさんたまってくると、今度はそれをどう解析して上手く利用するかが問われるようになってきました。研究を始めた時に、1～2年くらいの模索を経て、今後データ解析技術はますます重要になっていくだろうという確信を抱き、この研究を始めました。

Q. 企業の研究所と大学の違いについて教えてください。

企業では、利益につながる技術を開発する必要があるので、自分の研究が近い将来、会社のビジネスにどのように貢献するかという道筋を示さなければならず、どうしても短期的な成果を求めがちになってしまいます。一方、大学の研究は、もちろん自分の研究と社会とのかかわりを考える必要はありますが、企業よりも長い目でじっくりと研究に取り組むことができますね。

また、大学では、講義や研究指導などといった教育が非常に大きな要素です。私の所属する計数工学科はとても教育熱心な学科で、教育システムが大変しっかりしていると思います。大学に移ってまだ1年目の私にとっては、まだ慣れないので大変ですが…。

(インタビューア 大原 寛司)

3 | 博士課程の学生に聞く～研究生活ってどんなもの？～

博士課程に進学するとどんな研究ができるのでしょうか。制御理論とバイオロジカルシステムという、一見無関係に見える2つの分野を、斬新に結びつけている博士課程1年の堀豊さんの研究を紹介します。

Q. 研究内容について教えてください。

私は制御理論の研究室に所属しています。最近には特に、バイオロジカルシステムを制御理論的に解こうという研究をしています。

例えば、朝起きて夜寝るという24時間の周期において、タンパク質の濃度は体内で一定の周期で増えたり減ったりと振動しています。その振動が、体内時計の役割を果たしているのですが、これが壊れてしまうと睡眠障害や鬱病になってしまいます。今まで、生物学者たちは生物学的な視点からこの解析に一生懸命取り組んできました。

でもよく考えてみると、制御理論において、システムの要素の入出力の関係を全部微分方程式で書き直し、数学に落として解析していたのと同じように、遺伝子がタンパク質を作り、そのタンパク質が別の遺伝子に作用する、という繰り返しを全て化学反応式で表すことで、生物学的なシステムも制御の問題と同じように見ることができます。その数学的解析が、現在の研究の大枠ですね。

Q. 現在の研究を始めたきっかけ

は何ですか？

修士課程に入って、最初に先生に生物的なもので何かやってみたらと言われたのがきっかけでした。始めは生物をほとんど勉強したことがなかったので困りましたが、高校生向けの本を読みあさったり、関連する論文を読めないなりに読んだりして、少しずつ理解を深めていきました。そうするうちに生物の持っている構造が、学部時代に解析していたマルチエージェントシステムと、同じ構造を持っていることに気がきました。

マルチエージェントシステムにおいては、ロボットとロボットが局所的に相互作用しながら全体の系を作り、生物においても遺伝子と遺伝子が局所的に相互作用して全体の系を作っている、つまり同じ構造を持っているわけですね。ですから生物においても制御理論が適用できるのではないかと、思ったのがこの研究のスタートでした。

Q. 博士課程に進もうと思ったのはいつごろですか。

修士2年の春から夏にかけてですね。



堀 豊さん
システム情報学専攻 博士課程1年

これといっははっきりとした理由はないのですが、段々研究が楽しくなってきたというのが一番の決め手でしょうか。

国内外の学会で、世界のいろんな人と話ができるのも魅力的でした。

Q. 博士課程の生活はどんな感じですか。

人によって違いますが、私は、平日は研究を一生懸命やり、休日は思いっきり休むというスタイルをとっています。平日は朝9時くらいに大学に来て、夜9時くらいまで残ります。1日に1個か2個ティーチングアシスタントなどの仕事が入って後は自分の研究をする、という日が多いですが、時には学会に行き発表したり、他の研究者たちと議論したり、海外から来ている著名な先生のセミナーに参加して刺激をもらうという日もあります。

(インタビューー 皆藤 彰吾)

広報室から

編集後記

Time! 39号は計数工学科の特集です。計数工学科は数学と物理を基礎として、その上に情報の概念や情報技術を加えることで、科学技術の普遍的な原理や系統的方法論を探ることを目指しています。基礎をしっかり押さえたチャレンジ精神からさまざまな問題に対して独創的な発想が生まれ、それが社会で役立つ技術へと発展していく、このわくわくするような過程を感じてもらえたら嬉しいです。

(中村 宏)



(広報アシスタント)

長谷川拓人、大原 寛司、皆藤 彰吾、伊與木健太、北野 美紗、柴田 明裕、清水 裕介、須原 宜史、土居 篤典、西村 知、平岡 幹啓、森西 亨太

(広報室)

中村 宏 (情報理工学系研究科・システム情報学専攻)
中須賀真一 (広報室長・航空宇宙工学専攻)

Ttime!

平成22年10月3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。



@UTtime Twitter 始めました。
ご感想をお寄せください。

▶▶▶ logo-design | workvisions

新工学部長・工学系研究科長 北森武彦先生インタビュー

2010年度から工学系研究科長・工学部長に就任された応用化学専攻の北森武彦教授に、これから工学部はどのように変わっていくのか、今の工学部の課題と強みについて語っていただきました。

Q. 工学部長・工学系研究科長になられての抱負を教えてください

私は、20年、25年先の科学技術立国としての日本が危ない、という猛烈な危機感を持っています。今世界中の大学で最優秀層の教員・学生の奪い合いが起きていて、日本だけが取り残されている。現在の東大工学部・工学系研究科は最優秀層の教員・学生を獲得する競争に参加できていません。

もちろん、東大生は優秀ですよ。けれど、世界には優秀な人がたくさんいて、東大生も抜かれるかもしれない。今手を打たないと手遅れになります。

Q. 優秀な人材を獲得するために東大が取り組むべき課題は何ですか？

1点目は博士を増やすことです。諸外国では、科学技術に携わる人はどんな職種に就いていてもほぼ博士号を持っています。これは、テーマを与えられ、その中から課題と問題を整理して、計画を立て、結果が出なければもう一度研究の計画を立て直す……ということ

を繰り返す中で新しい技術を扱うスキルを身に付けた人が博士だからです。今まで日本は海外をお手本にして追い付け追い越せで来たから、博士がいなくても理解力と応用力があればよかった。しかし追い付いてしまった今、欧米の企業・大学同様に自分たちで技術を創造しなければならなくなった。それには博士のスキルが必要なのです。博士課程に進むと就職できない、としばしば報道されますが、東大の工学系研究科は博士課程修了者の95%が修了後5年以内に定職に就いている。その事実は報道されないんですよ、面白くないから(笑)。それに諸海外では東大の博士は必要とされている。日本に限らず海外にも目を向け、いろいろなところで活躍してほしいですね。

2点目は国際化です。イギリスのTimes紙の大学ランキングでは、東大全体は22位だけれど東大工学部は6位(工学部ランキング)。研究現場にいる立場として、研究だけなら欧米の名だたる大学、例えばMITなどにも負ける気がしな



北森 武彦教授
大学院工学系研究科長・工学部長
応用化学専攻

いので、むしろ私は6位では不満なんですよ。6位にとどまる原因は「国際性」です。外国人教員が何人いるか、ということが指標の中に入っているんですよ。外国から来た先生も不自由なく教育・研究活動しやすい環境を整える必要があります。競争力はありますが、今の工学部に足りないのは、海外の教員・学生を引き付ける「国際求心力」です。

Q. 読者にメッセージをお願いします

「研究」とはどのようなものなのか、そして博士とはどんな類の人なのか。いろんな機会を通じて見たうえで、その人たちが将来どう活躍していくか、日本だけでなく世界中の人を見たうえで、自分の将来を決めてほしいですね。——要は博士課程に来た方がいいよってことです(笑)

北森先生研究紹介 マイクロ流路で作る「小さな実験室」

ガラス基板上にマイクロ・ナノスケールの「小さな実験室」を構築する——北森先生の研究室では、ガラス基板にマイクロスケールの流路を彫って作った「マイクロ化学チップ」上でさまざまな実験を行おうという研究がされています。

マイクロ・ナノスケールの実験システムを作るメリット、そしてその開発秘話について伺いました。

Q. マイクロ化学チップとはどのようなものですか？

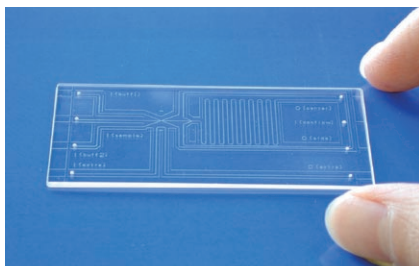
コンピューターに例えると分かりやすいでしょう。世界最初のコンピューターは、大きな部屋いっぱい1万7千個の真空管を並べたもので、常にどこかの真空管が切れているから、まともに動いている時間は圧倒的に短かったんです。修理している時間の方が長かった(笑)。それが電子計算機と

してまともに働くようになったのは、集積回路、つまり真空管や抵抗、コンデンサーをシリコン基板上に集めたものが開発されたからです。マイクロ化学チップも同じ発想です。フラスコのような反応器を使う代わりに、髪の毛くらい細い、マイクロ・ナノスケールの流路を作り、そこに溶液を流して反応させれば、集積回路と同じように「化学の回路」ができる。そ

の化学の回路を集積したのが、我々がマイクロ化学チップと呼んでいるものです。

Q. 実験システムを小さくするメリットは何ですか？

直接的なメリットは、必要な試薬の量が少なくなるという、経済的な面です。例えば1年間にドラム缶1500本分出る工場の分析廃液が一升瓶1本になる、といったようなことです。



ガラス基板上のマイクロ流路
(北森先生提供)

ですが重要なのは、集積回路と同じで、小さくすることで「速く」、そして「扱いやすく」ということです。例えば「混ぜる」という操作を考えると、大きな反応容器で混ぜるより、小さい反応容器で混ぜる方が速く混ぜるのは当然ですよね。熱をかけるにしても、小さければ光を当てる程度のエネルギーでも一瞬で温度が上がる。

「扱いやすさ」に関しては、温度の上がり方も、大きな反応器だと上下で温度が違うから対流が起きてしましますが、小さいと反応器全体に一樣に伝熱するので対流も起きません。また、流路の幅が狭く、容量が小さいと、どんなに速く流しても流れが乱れないという特徴があります。混合の仕方が自然の法則だけで決まり、操作者のスキルの影響を受けないので、誰がやっても同じ結果になります。小さいと信頼性が低いのでは、とよく聞かれるのですが、逆なんです。

このように、小さい世界だからこそ出てくるメリットがあります。
Q. どのようにマイクロ化学チップを着想したのですか？

私が日立で働いていたころ、レーザーを使い少量の試薬で分析をしたいということで、工学部5号館のレーザーを借りて研究していました。顕微鏡の中にレーザーを入れて分析するのですが、顕微鏡の対物レンズの下が狭くて溶液を入れる器が入らない。仕方がないから、プレパラートに傷付けて液体を流し込み、カバーガラスでふたをして分析していました。それがうまくいったんですよ。何かに使えないかな、と思った時に、傷をYの字にしたら2方向から溶液を流したら化学反応に使える

かもしれないと思いついたわけです。Yの字でうまくいったので、もっと複雑な流路もできるのでは、という具合にどんどん発展していききました。100、10、1ミクロンスケールはできるようになったので、今はナノスケールの流路系の研究に取り組んでいます。

Q. 現在はどのように研究を進めていますか。

私たちの研究は、ガラスを削って貼り合わせるところから、溶液の流れのコントロール、測定など、すべてにわたってお手本のないもの。しかも化学だけではなくて生物、機械工学などいろいろな分野の人が集まって研究を進めているので、そういった人たちを統括する意味でのマネジメントが極めて重要な研究だと思います。

山崎直子宇宙飛行士「帰地球」報告会レポート

7月8日(木)、東京大学安田講堂にて、スペースシャトル飛行ミッションに搭乗し、国際宇宙ステーションでの任務を終えて地上へ帰還した山崎直子宇宙飛行士(航空宇宙工学専攻出身)を迎えての報告会が開催されました。以下、山崎さんのスピーチからの抜粋です。

スペースシャトルディスカバリーの打ち上げは、2010年4月5日の現地時間午前6時21分。打ち上げの6時間前、オレンジ色の与圧服を着ました。そして3時間前、スペースシャトルに乗り込みました。その際しゃべることはできないので、メッセージカードを見せて、お世話になった人に出発の挨拶をしました。打ち上げ時は、背中を下にして立ったままの状態になります。この打ち上げ時の振動はものすごく大きかったです。騒音を遮音できるヘッドセットをしているので、音はそれほど聞こえないのですが、振動は体を通して伝わってきました。打ち上げてから2分後、固体ロケットブースターが切り離されると、ようやくコックピットの中は静かになりました。その後はメインエンジンで徐々に加速していきました。飛行2日目には、打ち上げの時にスペースシャトルの表面にダメージがないか、くまなく検査しました。そして飛行3日目、宇宙ステーショ

Q. 研究者としての立場から、読者に向けてメッセージをお願いします。

流行に惑わされず、一つのことを極めてほしい。かつ、自分で創造する喜びを味わってほしいですね。深く極めることによって技術が身に付き、創造する喜びを経験すれば自分の個性を仕事に反映できる。私は音楽が好きなのですが、音楽の世界では、歌や演奏がうまい人はいくらでもいます。でも、自分の演奏で人を感動させられる人はほんの一握り。研究の世界でも同じです。自分の創造性を表に出せて、人に「これはいい」と思わせられるような研究者を目指してほしいですね。

(インタビュアー 本田 信吾)



ンにドッキングしました。野口宇宙飛行士など宇宙ステーションにいた方々との挨拶を済ませた後、さっそくロボットアームの操作を行いました。飛行4日目に左足への多目的モジュールを宇宙ステーションのロボットアームを使って取りつけました。宇宙では24時間周期の人工的な1日を作り、夜10時に寝て、朝6時に起きる生活をしました。そして飛行13日目に宇宙ステーションから離脱し、16日目の4月20日、無事に帰還しました。滑走路に降り立ったときの風が気持ちよくて、木々の香り、地球の風はすばらしいと思いました。(レポーター 大嶽 晴佳)