



東京大学工学部 広報誌

Volume 16 | 2006.12

▶▶▶ contents

- 1 | 特集1：次世代の科学技術・産業を創出するアクチュエータ研究
- 2 | 特集2：新たなる「知」の解明～移動知の解明に挑む生工連携研究～
- 3 | 完成1周年記念 新2号館レポート

◀◀◀ 1 | 特集1：次世代の科学技術・産業を創出するアクチュエータ研究

◀◀◀

特集1：次世代の科学技術・産業を創出するアクチュエータ研究

アクチュエータは、現代のあらゆる技術・産業の基盤となる技術です。この研究分野の第一人者であり、全国的研究グループのリーダーも務めていらっしゃる樋口先生に、アクチュエータ研究の展望や研究リーダーの使命について伺いました。

Q. アクチュエータとはそもそものようなものですか。

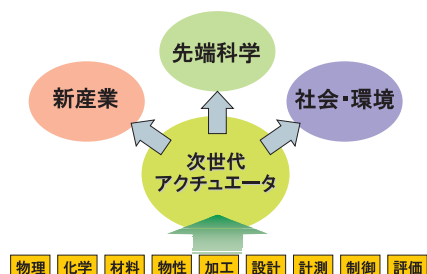
アクチュエータとは、エネルギーが与えられると伸縮したり回転したりしてものを動かすことのできるデバイスです。人間では、筋肉がこれに相当します。現在使われている代表的なアクチュエータは、磁気を利用した電動モータです。

アクチュエータはあまり目立った存在ではありませんが、いろいろな機械の中で重要な役割を果たしています。たとえば、自動車の中には100個を超える小型モータが使われています。

Q. 先生は全国的研究グループのリーダーをされているそうですが、研究グループ発足の経緯について教えてください。

アクチュエータが関係している学問分野は、右図に示すように非常に広い。にもかかわらず、アクチュエータを統一的に扱う学会や研究グループは今まで存在していませんでした。そこで、私はいろいろな研究分野の人が集まって交流しながら、より活発に研究を進めていくことの必要性を訴えてきました。そしてついに平成16年度、国

家的に取り組むべき重要な研究であることが文部科学省によって認められ、大規模な研究グループが発足しました。



次世代アクチュエータ研究の構造

Q. アクチュエータ研究が国家的重要な研究と認められた理由について、どのようにお考えでしょうか。

アクチュエータ研究は、大きく分けて2つのブレイクスルーをもたらします。

まず1つ目は、技術の壁へのブレイクスルーです。ロボットの研究において、モータそのものよりモータを使ってどう動かすか、という研究が注目されてきました。しかし、たとえば人が100m走るとき、いくら走り方をよくしても普通の人は10秒をきれません。制御による性能の向上には限界があ



樋口俊郎教授
工学系研究科
精密機械工学専攻教授
専門はメカトロニクス

り、最終的に性能を決めるのはやはり基礎体力です。ちゃんとしたアクチュエータがなかったら、いくらコントロールを良くしてもロボットの動きには限界があります。このような技術の壁を超えるために、良いアクチュエータを作らなければなりません。

もう1つは、先端科学へのブレイクスルーです。昔の科学者は、自分で工夫して実験方法を考え、測定装置を作って、いろいろな発見をしています。これが科学者の本来あるべき姿ではないでしょうか。本当に新しいことをやっていたら、新しい現象を追いかけるための実験方法を考えるところから始めなくてははいけません。

次のページに続く→

▶▶▶

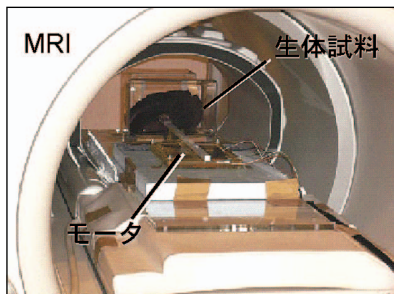
さて現在、科学技術の進歩により、低温、高温、真空、強磁場などの特殊な環境が人工的に作り出されています。このような特殊な環境下で、新しい現象を追いかけるためには、新しい実験方法を考え出さなければなりません。実験の際、特殊な環境下で試料を操作する必要が生じますが、ほとんどの場合、今までのアクチュエータでは対応できません。そこで、特殊な環境で使うことのできる新たなアクチュエータの開発が求められます。

このようにして、新しいアクチュエータの開発によって、新しい現象を追いかけられるようになり、新しい知識が得られることがあります。これが、先端科学へのブレイクスルーです。たとえば私たちの研究室では、強磁場という特殊な環境下で動作可能な静電モータの開発を進めています。

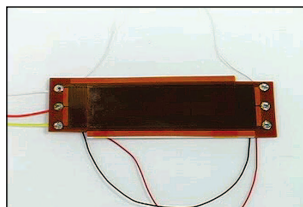
Q. ブレイクスルーを生んだ「静電モータ」とはどのようなものでしょうか。

静電モータとは、静電気力を用いたモータで、磁性材料を用いていないため強磁場中でも動作が可能です。今までさまざまな種類の静電モータが提案されてきましたが、「静電気力は力が弱くて使えない」と思われていました。しかし、微細な静電モータをうまく集積すると、普通の磁場を使ったモータに劣らない性能が出るのが、私たちの研究室で初めて明らかになりました。

静電モータにより、新しい実験が可能となった例をご紹介します。核磁気共鳴を利用して生体の内部構造を観察することのできるMRI。この中では強



MRI にセットされた生体試料とモータ

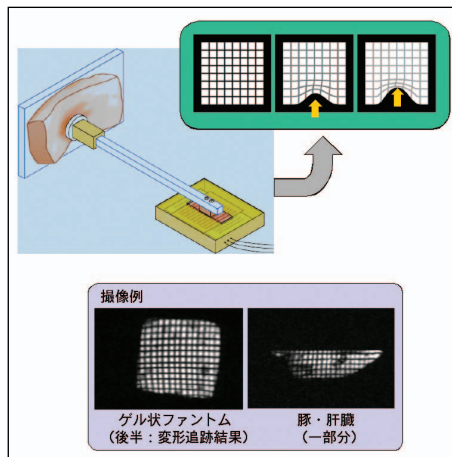


静電モータ

い磁界が発生しているため、通常のモータを使うことは困難です。ところが、静電モータは磁性材料が入っていないので、MRIの中でも動かすことができます。また、少ない電流で駆動するのでMRIの像をとるときにも邪魔になりません。実際に、MRIの中に生体試料を入れて静電モータで力を加え変形させ観察する、という新しい研究が始まっています。

Q. このようなブレイクスルーを生み出していくために、先生は研究グループのリーダーとしてどのような取り組みをなさっているのですか。

研究グループは、41もの研究チームで構成されており、チームごとに日々研究を進めています。私は、ただ単にいろいろな分野の人が集まれば良い研究ができるとは思っていません。この研究グループでは、各チームが専門性を生かして地に足の着いた研究を行いつつ、定期的に情報交換のための交流



MRI による試料変形の観察

静電モータの力で生体試料を加圧、変形させる。その様子をMRIで撮像し、内部メッシュの変形を観察する。

の場を設けています。交流の場合では、研究のヒントを得たり、研究協力者を見つけたりすることができます。このように、研究がうまくいく仕組みを作ることが、研究リーダーの重要な使命となります。

また、唯一の分野横断的アクチュエータ研究グループとして、展示会での発表などを通して産業界への情報発信も行っています。ユーザとの接点を大事にするのは、アクチュエータの性能や特徴を活かすことのできる応用の場を見つけることが、この研究分野において非常に重要だと考えているからです。

研究リーダーとしての活動を通して、もっとアクチュエータ研究を盛んにしていきたいと思っています。

Q. 最後に工学部を目指す学生にメッセージをお願いします。

身の回りには、多くの人たちが苦労して開発した技術がたくさんあります。すばらしい技術に出くわしたときに、「これはすばらしい技術だ」と感動できるようになってほしいです。そうすると、今度は自分が新しい何かを生み出す立場になったときに人を感動させるものができると思います。いろいろな知識を身につけて、技術のすばらしさを感じ取れるだけの感性をもってほしい。これが工学部に来る人に希望することです。

(インタビュー 宮負菜穂子)



多くの研究者が集まった公開シンポジウム

特集2：新たなる「知」の解明 ～移動知の解明に挑む生工連携研究～

「移動知=Mobiligence」という言葉がIntelligenceとは違った新しい知として提唱されて、今
各界から注目を集めています。「移動知=Mobiligence」とはいったい何なのか、なぜ工学部
から提唱されたのか。研究プロジェクトのリーダーである人工工学研究センターの浅間一
教授を取材しました。



浅間一 教授

移動知

人間の知能というどのようなものを想像するだろうか？ 多くの人には、言葉を使う能力、計算する能力を思い浮かべるだろう。しかし、そのような高度な知能とは違った形の「知」も存在するのだ。

例えば、歩くときのことを考えてもらいたい。人間は多少の段差があっても、また床が多少傾斜していたり、床面の素材が変わっていても安定に歩くことができる。このようにさまざまな環境の変化に合わせて行動することを適応的行動という。

適応的に行動する能力は、人間だけでなくネコなどの動物、さらには昆虫までが持っている、生物が生存する上での基本的な能力である。しかし現在のロボットの適応的に行動する能力は非常に低く、2足歩行ロボットであれば少しの環境の変化で簡単に転んでしまう。

浅間教授はこのように生物が持つ基本的な適応的行動能力を、「移動知=Mobiligence」として呼んでいる。Mobiligenceとは言語や論理的能力をつかさどるIntelligenceとは違った、もうひとつの知である。

浅間教授は移動知を身体、脳、環境の相互作用によるものと考えている。また、この3者の相互作用は、生物が動くことによって初めて引き起こされる。この点が従来の予測、計画を前提とした行動システムとの違いであり、Mobiligenceという名前の由来でもあるのだ。

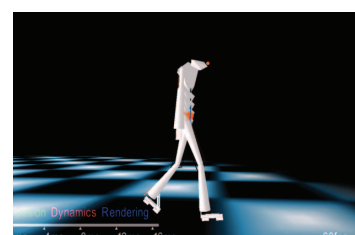
生工連携

移動知研究の目的のひとつは工学的アプローチによって、断片的になりがちな生物学の成果をひとつに繋げるこ

移動知の研究例1：人間の二足歩行モデルの研究

パーキンソン病を発症した患者は、歩行障害が起こると同時にドーパミンの分泌が低下することが分かっていたが、両者の関係は明らかになっていなかった。そこで、「人間の歩行は『歩行のリズムを作る回路』と『筋収縮性を変化させる回路』で制御され、ドーパミンの低下は筋収縮性を高める効果がある」という仮説のもと、2足歩行のシミュレーションモデルを作成した。すると、作成したモデルはパーキンソン病の患者の歩行を非常によく再現し、仮説の正しさを立証する結果となった。

このモデルの特徴は現在ある2足歩行ロボットに比べ、はるかに簡単な原理で安定な歩行動作を実現している点にある。生物学的発見が、同時にロボットの新しい歩行の実現方法の開発にもつながるのだ。



移動知の知見を基にした歩行モデル
(東北大学矢野雅文教授提供)

移動知の研究例2：コオロギの社会性の研究



コオロギのオスの戦い
(北海道大学青沼仁志助教授提供)

コオロギはオス同士が会うと戦い、一瞬で勝負が決まる。いったん負けたコオロギは、同じコオロギとは二度と戦わず、勝ちコオロギも追い過ぎないのだが、一酸化窒素を脳の中から除くとこのような勝ち負けが記憶されず、コオロギは戦い続けるようになる。

このような昆虫の行動も、一酸化窒素によってオクトパミンという脳内物質が

調整されるというモデルを作成し、シミュレートすることで、再現できることが明らかになった。

歩行のような物理的適応能力だけでなく、他者との関係のような社会的な適応能力の解明も移動知の対象とする領域だ。

とにある。

上記の例のように、従来の生物学の分析的手法だけでは分からない知識と知識間の関係を、モデルとなるロボットやシミュレーションを作成し動かしてみることで検証し、そうして得られた知識を、今度は新しい技術の設計に活かす。そのような生物学と工

学の正の連鎖の関係が、移動知研究の大きな特徴なのだ。

従来は新しい技術を作るために存在した工学が、将来は新しい知の領域を開拓するためにも力を発揮してゆくことになるだろう。移動知研究はその端緒となるに違いない。

(インタビュー 細川啓介)

完成1周年記念 新2号館レポート

昨年12月に完成した工学部新2号館。安田講堂の横にあり、レンガタイル張りの旧2号館の上に浮かぶように建てられた独特のフォルムが目を引きまします。工学部新2号館の設計に携わった、建築学専攻の岸田省吾教授にお話を伺いました。

Q. 新2号館の設計はいつ始まったのでしょうか。

1991年、工学部にキャンパスの将来構想を練るため建築計画室が設置されましたが、新2号館は、そこで構想し始めた建物の一つです。ある時、新2号館と新3号館をつなげ1つの大きな建物を作ることを思いつきました。工学部の基幹的な学科を集め、それらの間の接触や交流を通し新しい工学知の展開ができるような場を作ろうという構想で、2、3号館の間の道を越え建物が連続する大胆なものでした。

計画室ではいくつも構想が練られましたが、現在の建物の構想・設計は私と計画室の助手、施設部が協力しながら進めました。学生にも手伝ってもらいました。他の学部でも、建物の新築や再開発が進んでいますが、工学部は自分たちの建物を自分たちの構想で設計できる、そうしたメリットを追求できたのではないのでしょうか。工学部やキャンパスの歴史を生かし、同時に未来を大きく開けるような設計を目指しました。

Q. 設計のポイントを教えてください。

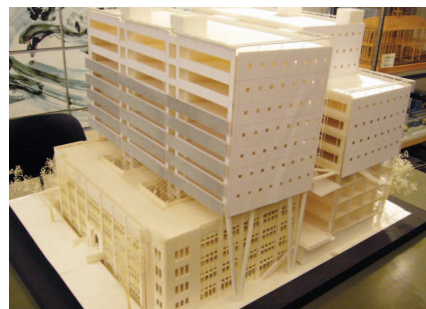
一つは、現に存在するキャンパスの

環境を生かすことです。工学部の建物群や、それに囲まれた広場は、大学の共有財産です。中でも工学部2号館は、総長室も置かれたことがある由緒ある建物です。いかに保全・継承していくか大きな課題でした。外壁にレンガを張るなど見た目を真似るのは簡単ですが、あまり意味がないと思いました。新しい部分はあえて現代風のデザインにして、古いものと新しいものが互いに引き立てながら一体化するように工夫しました。

もう一つは、求められた巨大な面積を限られた場所で確保することです。研究が活発に展開するためには、異分野の見方や方法を知ることが刺激になります。多くの学科や専攻が集結するためには2号館だけで3.3万平米という膨大な床面積が必要でしたが、建物の高さは12階程度以下、敷地の南半分には旧館を保存しなければなりません。この難問が解けたのは、新しい建物を旧館の上空に浮かせることを考えついた時でした。

Q. 旧2号館のできたころと比べてどんなところが変わったのでしょうか。

設計、ことに構造の設計にコン



新2号館の構想模型

ピュータが用いられるようになったことで、今まではなかなかできなかったような大胆な設計が安全にできるようになりました。地震の振れも建物を頑丈にして耐えるだけではなく、積極的に抑えることができるようになりました。

省エネの技術も進化しています。廊下などの照明では、人の気配を検知してオン/オフするシステムが全面的に採用されたほか、断熱効果の高いペアガラスを取り入れ、空調の効率も上がりました。

一番変わらないのは、人間です。研究の内容は変わりますが、人と人とを結ぶ場としての建物の役割は、時代が移っても変わりません。新2号館には、いろんな人々が会おう場として半都市的な空間が仕込まれています。新旧建物の間にぽっかり空いた広場、アカデミックバレーはその象徴です。建物の中でもあり、外でもあるこの空間を軸に、工学部の知が結集すればいいですね。

(インタビューア 松本理恵)

広報室から

編集後記

「もっと昔に生まれてたら、歴史に残るような発見・発明ができてたのでは！」皆さんはそんなことを考えられたことはないでしょうか。おこがましい限りですが、私など「ピタゴラスの原理あたりなら、あっさり見いだせてたのでは」なんて考えてしまうこともあります。でも、本当にそうでしょうか。たとえば、1850年、フィゾーによって人類史上、初めて地上で光の速度は無限ではなく有限量として計測されましたが、おそらくその時代でも、同じことを思っていた人々がおられたと思うのです。「とうとう、光の速度まで測られてしまった。もう、新しい発見はないに違いない...」と。そう考えると、一見あらゆるものが発見・発明されつくしたように感じてしまう今こそが、まさに、発見・発明の宝庫かもしれません。



今回のTtime!では、まさにその宝の山をアクティブに開拓されている樋口先生、浅間先生、岸田先生から貴重なお話を伺うことができました。特に樋口先生に仰っていただいた「科学者の本来あるべき姿」には感銘を受けます。今日、このTtime!を手にしていただいた皆さんの中にはこれから進路を決められる高校生の方も多いかと思います。是非、テクノロジーの新たな開拓を目指してください。そして、1000年後の人にこう思わせましょう。「せめて21世紀に生きてたら良かった。その頃なら、教科書に載る大発明ができたのに！」と。(高橋哲)

(広報アシスタント・写真左より)

細川 啓介 (建築学科 4 年)
宮負菜穂子 (化学システム工学専攻修士 1 年)
松本 理恵 (機械情報工学科 4 年)

(広報室)

高橋 哲 (精密機械工学専攻)
堀井 秀之 (広報室長・社会基盤工学専攻)

Ttime!

平成18年12月25日発行

編集・発行 | 東京大学
工学部広報室

▶▶▶ logo-design | workvisions

無断転載厳禁