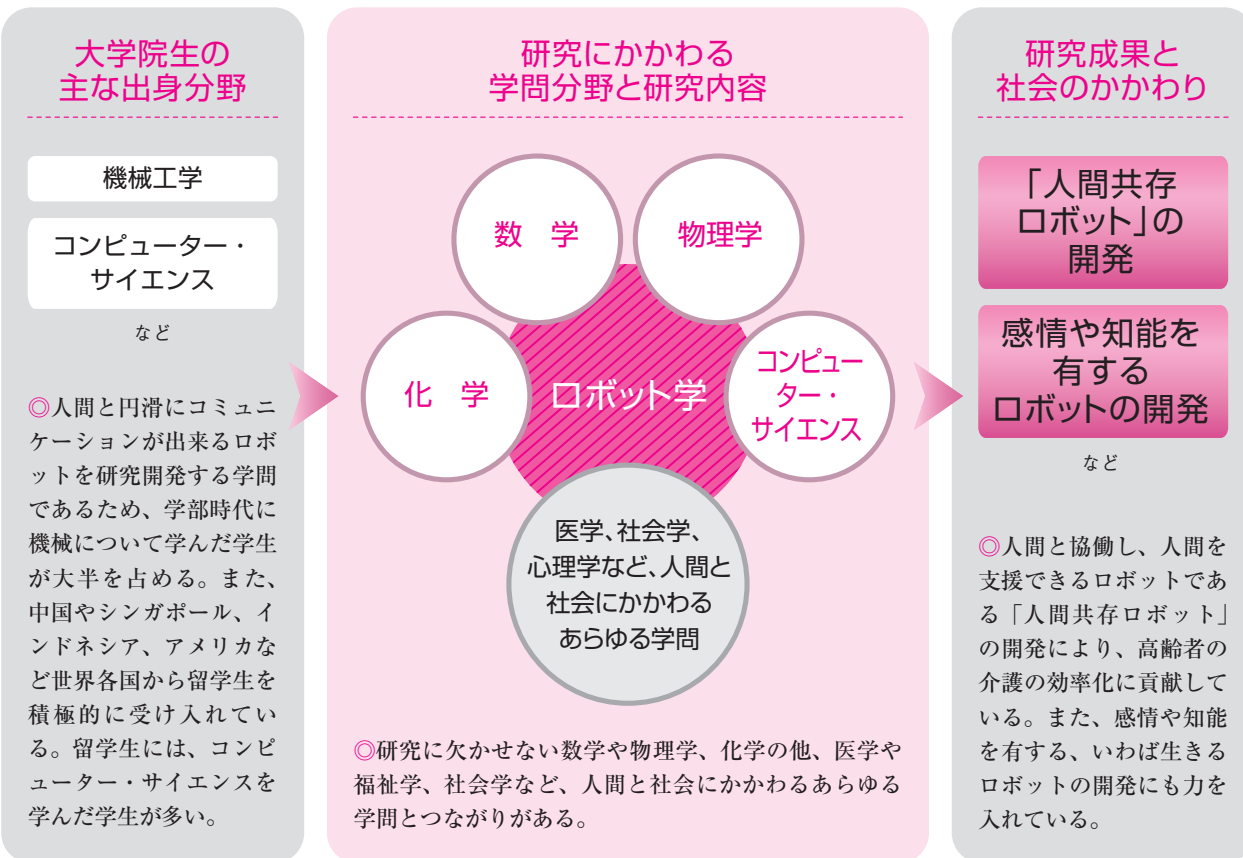


### 動作と身体構造を人間に近づけ 新たなロボットの開発に努める

早稲田大 創造理工学部 すがのしげき 菅野重樹研究室

ロボットは現在、医療用、ペット用、掃除用など、用途に応じて様々な機能を備えたものが実用化されている。高齢化が進む現代社会では、ロボットの導入を求める声が介護などの現場からも聞こえる。実現できるかどうかの鍵を握るのが、人間と社会にかかわるロボットを開発する学問、ロボット学だ。その第一人者である早稲田大創造理工学部の菅野重樹教授は、人間を支援するロボットを創出する一方、人間のように心を持ち、学習できるロボットの研究にも力を入れている。最新の研究と成果を聞いた。

#### フローチャートで分かる菅野重樹研究室



## 人間や社会を洞察する広い視野が必要

ロボット学が求める学生像

人間や社会への理解

機械やものづくりに対する関心

根気よく取り組む意欲

ロボット工学と、私の専門であるロボット学とは、表記ではわずか1字の違いですが、学問内容は大きく異なります。ロボット工学が工業製品としてのロボットを作ることに特化した学問であるのに対し、ロボット学は人間と機械とのコミュニケーションをいかに円滑にするかを追究します。そのため、人間や社会に対する深い理解が求められます。

もちろん、ロボットを扱う学問ではありませんから、機械やものづくりに対する関心は欠かせません。研究では、思い通りの成果が得られることよりも、得られないことの方が圧倒的に多くあります。それでも根気よく実験に取り組み、なぜうまくいかないのかを検討しなければならないため、ロボット学への高いモチベーションが必要です。更に、今までに無い機能を備えた、新しいロボットの開発に取り組むので、既存のロボットはほとんど用いられません。つまり、基本的に全てのパーツを自作することになります。そのため、材料の検討、設計、プログラミングといった、ロボット製作のあらゆる工程に携わります。多方面にかかわることを喜べるような、ロボットをとことん極めたいという情熱を持った人に学んでほしいと願っています。

### 高校生へのメッセージ

探究心や粘り強さは、大学で学ぶ上でとても重要なので、高校時代に身に付けておくことよと思います。そのためには、興味の持てることを見つけ、熱中する経験が大切です。熱中すればもっと詳しくなろうとするはずですし、うまくいかなくても投げ出さずに取り組めるからです。そうして、力を付けてほしいと思います。



菅野重樹 教授

菅野重樹 早稲田大学創造理工学部学部長、教授。同大学院創造理工学研究科研究科長。同大学院博士課程教育リーダーディンクプログラム「実情情報学博士プログラム」コーディネーター。同大学院博士後期課程単位取得退学。工学博士。同大理工学部助手などを経て、現職。日本ロボット学会功労賞などを受賞。著書に『人が見た夢 ロボットの来た道』（JIPMソリューション）など多数。

## 研究を志したきっかけ 世界初の偉業に 衝撃を受け ロボット研究を夢見る

私は、子どもの頃からSFや機械が大好きでした。これには、新しい技術や機械が世界中で次々に作り出された時代に育ったことが影響しているのではないかと。例えば、東海道新幹線の開通は小学校入学の1年前、アポロ11号の月面着陸は小学5年生の時のことです。更に、中学3年生だった1973年には、全身のパーツがそろった人間型ロボットが、当時の本学理工学部機械工学科の加藤一郎教授により世界で初めて開発されました。その映像を見た時の衝撃は、昨日のことのように鮮明に覚えています。ロボットが見事に二足歩行をする姿に、機械が人間に大きく近付いたと感じました。ものづくりにも興味があった私は、「将来、加藤教授の下でロボット開発に携わりたい」と考えるようになったのです。

そのため、私は本学理工学部機械工学科に進学しました。入学して間もない頃に、思い切って加藤教授の研究室を訪ねたことがあります。す

ると教授は、研究室を丁寧に案内してくださいました。人間の手や足などを模した精巧なロボットをいくつも目の当たりにした私は、世界最先端の研究が行われていることを肌で感じ、興奮で足が震えました。憧れがますます強まりましたから、3年生で加藤研究室に所属できた時のうれしさは忘れられません。

### 研究概要

## 感情と知能を備えた 生きるロボットの 開発に取り組む

人間とかかわるロボットを作るといふ加藤教授の志を引き継いだ私の研究には、2つの柱があります。1つめは、人間と協働し、人間を支援する人間共存ロボットの開発です。そのロボットには、人間と同じように作業できる性能が求められます。

例えば、壊れやすい物は優しく握り、滑りやすい物はしっかり持つというように、物体の特性に応じて手の指をうまく動かさなくてはなりません。更に、人間同士が何かに取り組む時と同様に、相手の視線の向きや表情などを把握し、相手の置かれた状況によって力を加減できるようにする

必要もあります。つまり、動きの巧みさに加え、人間への適応性や安全性を高める必要があるため、モーターの制御方法、表面や関節に用いる素材などについて検討を重ね、実験を繰り返しています。

研究の2つめの柱は、感情や知能を有するロボットの開発です。頭をなでると目を細めるなど、人間の特定の行動に対して喜ぶしぐさをするように設定するのではなく、人間のように心を持ち、経験を通して学習し、判断・行動できる、言わば生きるロボットを作ろうとしています。人間の最も根源的な本能には、「自己保存本能」と「周囲とかかわろうとする本能」があると考えられます。その2つをロボットが人間同様に身に付けた時、人間に備わっているような感情と知能が芽生えるという仮説を立て、研究に取り組んでいます。本能は身体と密接に関係しますから、人間の身体構造を再現することが、感情や知能を有するロボットを開発する鍵となります。人間共存ロボットのようには人間と同じ作業が出来るだけでなく、神経や血管などに相当する組織を体内に備えるなど、

本質的な構造も人間と同じようにする必要があるので。そのため、人工的に再現しなければならぬ組織が無数にありますし、成長や生殖機能などをいかに再現するかといった難問も残されています。しかし、実現すれば、全く新しい生命が誕生します。これほど大きな目標を掲げたものづくりが出来ることは、研究者冥利に尽きる喜びです。

### 研究の成果と展望

## ロボットの開発により 高齢化社会に 貢献したい

人間共存ロボットは、私の研究室でいくつも開発しています。最新型は、2007年に発表した「TWENDY・ONE」(写真)です。これは、あらゆる方向に自在に動けることはもちろん、野菜や果物、食器など、家事に必要なほとんどの物をふさわしい持ち方で操ることが可能です。また、一人ひとりの人間に合わせた力の加減も出来ますから、ベッドから車いすへの移乗など、介護支援にも役立つでしょう。被介護者の方が、親族や介護士には頼みにくいと感ずるよ



写真 「TWENDY-ONE」は、外見の親和性も重視し、無数の配線を内部に収納できるように設計されている。写真提供：早稲田大創造理工学部菅野重樹研究室

うなことも、ロボット相手であれば気兼ねなく任せられることがあるはずです。実用化に向けて更に研究を進めたいと考えています。

感情や知能を有するロボットの開発も、少しずつですが着実に前進しています。センサーなどから伝わる情報を蓄積・分析することによって、自己保存に適するのはどのような状況を判断し、ふさわしい行動が取れるようになりつつあります。ここで実現した機能を応用すれば、人間共存ロボットは今まで以上に人間と同じように動けるようになり、利便性が高まるでしょう。そうすれば、高齢社会において活用の幅が更に広がると期待しています。

### 用語解説

#### 1 アポロ11号

アメリカ航空宇宙局の有人月飛行計画「アポロ計画」による11番目の宇宙船。1969年7月20日に人類史上初めて月面に着陸した。

#### 2 触媒

化学反応の前後でそれ自身は変化せず、他の物質の反応速度を変化させる物質。ここでは、その物質を用いた技術のこと。

#### 3 強磁性体

磁力の働く空間である磁場において強く磁気を帯び、磁場の外でも磁気を残す性質のこと。鉄やコバルト、ニッケルなど。



# 故障を自分で直せる 夢のロボットを実現したい

長濱 峻介さん

ながはま・しゅんすけ 早稲田大大学院創造理工学  
研究科博士課程3年。静岡県・私立浜松日体中学・高  
校卒業。

**Q** なぜこの研究分野に  
進んだのですか

**A** 私は大学の学部時代に、プラスチックや医薬品といった化学製品の製造に欠かせない技術、触媒の研究に取り組んでいました。研究自体は面白かったものの、何時間にもわたる実験が毎日続いたため、正直、少し疲れていました。そこで、私の頭にある考えが浮かんだのです。「自分の代わりに実験をしてくれるロボットを作れないかな」と。それ以来、ロボットへの関心は日

に日に高まり、専門的に学びたいと考えるようになったのです。

**Q** 菅野教授の研究室での  
研究内容を教えてください

**A** 感情や知能を有するロボットへの開発に携わり、ロボットに人間と同じ「自己保存本能」を付与する研究に取り組んでいます。この研究では、従来、経験則に基づいて危険を回避するといった情報処理の機能、つまり人体で脳などが担う機能を、ロボットに持たせることが中心でした。一方、私は人間の生命維持の根幹を担う機能に注目し、心臓や血管から成る循環器系をロボットに整備しようとしています。

ロボットが動かなくなる、つまり自己保存が出来なくなる主要な原因の1つに、摩擦や切断による導線の機能不全が挙げられます。人間でいう神経の損傷ですが、人間ならば循環器系の働きにより、損傷を修復したり、損傷しないように事前に管理したりすることが出来ます。ロボットにもこの自己修復・管理機能が付きたいと考えているのです。

具体的には、人間の血管に見立てたチューブを導線に沿って張り巡ら

せ、血液となる液体をチューブに満たし、導線を修復する物質、修復材をチューブに入れて循環させます。ただ、それだけでは修復材が導線の損傷箇所うまく届かない可能性があります。そこで、修復材に導線と同じ強磁性体を用い、磁場が修復材を導線の損傷箇所を選択的に引き付けるようにしました。

私の研究が完成し、自己修復・管理システムが整備されれば、故障しないロボットの実現につながり、社会のあらゆる作業が大幅に効率化されると期待しています。今後は、循環させる物質を修復材以外にも広げ、ロボット自らがエネルギーを補給できるように研究などにも取り組んでいきたいと考えています。

**Q** 高校生への  
メッセージをお願いします

**A** 大学の研究では、分野を横断して学ぶことが求められます。私の研究では、数学や物理学、化学の他、海外の論文を読むための英語力が必須ですし、研究を進めるヒントを哲学から得ることもあります。大学で何を学ぶにしても、幅広い知識を身に付ける必要があるはずです。高校での学習は、大学で学ぶための基礎となります。そのため、皆さんには、目の前の学習にしっかり取り組んでほしいと思います。また、大学では海外の留学生と一緒に学ぶことも多いので、機会があれば、高校時代に英語の会話力を伸ばす学習もしておくといでしょう。

## 私の高校時代

### 模試対策で身に付けた 主体的に学ぶ姿勢

●私の高校では、模試を実力試験として重視していました。2・3年生では年間の模試成績によって習熟度別にクラスが編成されたため、私は1年生の頃から模試の対策に力を入れ、模試の事前・事後学習は自分で工夫して取り組みました。事前学習では、教科書や参考書で問題演習を積み、事後学習では、模試で間違えた問題の類題に繰り返し取り組み、同じような間違いを二度としないようにしたのです。前回の模試でつまづいた問題とよく似た問題が、次回の模試では解けるようになっていたことが何度もありましたから、確実に力が身に付いていることを実感できました。3年間を掛けて実力を積み上げたからこそ、志望大に現役合格できたのだと思います。

主体的に学習する習慣を高校時代にしっかり定着させたことは、今、研究者として新しい技術・機械を開発する上で、とても役立っています。