



プロフィール

学歴

1977年 東京大学 工学部 機械工学科 卒業
 1979年 東京大学 大学院 工学系研究科
 機械工学専攻 修士課程 修了
 1982年 東京大学 大学院 工学系研究科
 機械工学専攻 博士課程 修了
 工学博士

受賞歴

2008年 「今年のロボット」大賞
 優秀賞(部品・ソフトウェア部門)
 2012年 第7回モノづくり連携大賞 大賞
 2014年 日本機械学会賞(技術)
 2017年 東京都功労者表彰(技術振興功労)

職歴

1982年 東京大学工学部 機械工学科 講師
 1983年 東京大学工学部 機械工学科 助教授
 1986年 米国カーネギーメロン大学
 客員助教授(1987年まで)
 1995年 東京大学 大学院 工学系研究科
 機械情報工学専攻 助教授
 1998年 東京大学 大学院 工学系研究科
 機械情報工学専攻 教授
 2001年 東京大学 大学院 情報理工学系研究科
 知能機械情報学専攻
 教授(現在に至る)
 2007年 東京大学 大学院 情報理工学系研究科
 研究科長(2010年まで)
 2008年 東京大学 IRT研究機構
 機構長(現在に至る)

東京大学 IRT (Information and Robot Technology) 研究機構 機構長 情報理工学系研究科 知能機械情報学専攻 教授

しもやま いさお
下山 勲 先生

今回のSamco-Interviewは、東京大学を訪ね、IRT研究機構長で情報理工学系研究科の下山勲教授に生活支援ロボットを実現するためのセンサーのご研究についてお話を伺いました。

▶ マイクロ知能システムのご研究について ご紹介ください。

主に人間の五感に相当するロボットのセンサーについて研究しております。触覚、聴覚、嗅覚、味覚、視覚といった感覚機能をセンサーとしてロボットに組み込んで賢さを実現し、人間の指示どおりにロボットが安全かつ信頼性高く動いて仕事をこなす、つまり、誰でもいつでも安全に使える家庭用ロボットを実現するためのセンサーを研究しております。その技術的なバックグラウンドとしては、MEMS (Micro Electro Mechanical Systems = 微小電気機械素子) 技術を使っております。

触覚にはひずみセンサーを使っております。ピエゾ抵抗効果を利用しますが、非常に小さなひずみまで読み取ることができます。カンチレバーの根元にひずみセンサーを形成しているためダイヤフラムのように周りが固定されておらず、たわみやすいため従来の金属ひずみゲージに比べて2桁ほど分解能の優れたセンサーができ、非常に小さな力を測定することが可能です。力ではピコニュートン (pN)、変位ではピコメートル (pm)、振動ではメガヘルツ (MHz) のオーダーの小さな力、小さな変位を高周波まで読み取るセンサーになっており、それを樹脂の中に埋め込んで触覚センサーにしています。聴覚センサーは空気の振動を読み取るマイクロホンです。視覚では、赤外線領

域の視覚を主に研究しております。通常の化合物半導体を使ったディテクターではなく、ラジオやテレビの電波をアンテナで読み取るのと同じように小さな短いアンテナで赤外の電磁波を読み取り、アンテナで励起された電子による光電流を計測するという方法ですが、化合物半導体を使わず、冷却が不要といった特徴を持っております。味覚と嗅覚については表面プラズモン共鳴 (Surface Plasmon Resonance) を使う化学量センサーを研究しております。表面プラズモン共鳴は非常に感度のよい化学量センサーですが、MEMS加工で非常に小さなセンサーを作ることができます。さらに表面プラズモン共鳴は面積だけの効果ですので、小さくてもしっかり感度を保つことが可能です。バルクの体積で計測する方法もありますが、それに比べて表面の薄い領域で化学量が計測でき、感度よくかつ反応速度も速いといった特徴を持っております。

将来、ロボットが人の領域で仕事をする、あるいは工場で仕事をする場合には、五感あるいは超音波センサーのような五感を超えるセンサーが不可欠です。これらをロボットに適用できるようにすることを目指しております。

▶ ご研究を始められたきっかけと現在に至る経緯についてご説明ください。

私は博士論文で二足歩行ロボットを研究しました。足裏に常に重心を置き、どこで停

止しても転倒することがない歩行を静歩行といいますが、これに対して足裏に重心が固定されず静歩行に比べて速い動きができる歩行を動歩行といいます。例えば四足で歩行するキリンや熊なども二本の足で立っているフェーズがありますが、そのままずっと二本の足で立ち続けることは極めて難しい。同じように人が動いているときに、「この瞬間で止まってください」といってその歩行の姿勢をそのまま維持することは難しいですね。このように歩いているという動きの中で安定性を保っているのが動歩行であり、三次元の動歩行の二足歩行ロボットを世界で初めて実現したのが私の博士論文です。

現在でもロボットに適したセンサーはそんなに多くはありませんが、当時はほとんどなく、角度を測るエンコーダやポテンショメータくらいでした。これではいけないと思い、ロボットに組み込むさまざまな感覚機能のセンサーをしっかりと研究していくことにしました。現在では、それらのセンサーのうちあるものはロボットに使われるようになり、ベンチャー企業を立上げてそのセンサーを提供できるようになったというレベルです。

私の研究では、工学的なものだけでなく、生物学的なものなど複合的に考えることを学生に伝えています。昆虫は微小機械システムのよい手本になります。スケーリングと呼ばれていますが、昆虫は小さな寸

法に相応しい構造を持っています。例えばジェット機のような大きな飛行機は後ろにジェットエンジンから排気し、抗力に比べて揚力が非常に大きいので固定翼で効率よく飛ぶことができます。上向きの力が非常に大きいのでほとんど損失なく効率よく長距離を飛ぶことができるのがジェット機の特徴です。しかし、そのジェット機をドラえもんの道具で1mmに小さくすると、揚力に比べて抗力が大きくなるため効率は悪くなります。これに対して、小さな生物は粘性力を利用して常に羽ばたいて飛んでいるとか、水中の小さな生物は繊毛や鞭毛で流体から摩擦力を受けながら泳いでいます。そういった小さな生物は微小機械システムのよい手本になるということで研究を始め、その中でも飛翔はかれこれ30年になるでしょうか。ライフワークの一つとして進めています。そういったロボットが将来できるかどうかということよりもむしろ小さな生き物に学び、どんな効果が微小機械システムで利用できるかということで研究しております。

▶ 機構長を務められているIRT研究機構についてご紹介ください。

IRTとはInformation and Robot Technologyの頭文字です。少子高齢社会といわれるようになって随分経っていますが、2055年には日本の総人口は8,993万人、高齢人口はその41%になることが予想されており、少子高齢社会の進展に対して必要とされるサポートを行うためのロボット系あるいはセンサー系の技術を研究しております。そのサポートは大きく分けて二つあります。一つは、高齢者が社会でアクティビティを保っていくためのロボットによる健康支援や家事・介護支援のための技術の研究開発です。もう一つは、労働力不足に対してGDPや生活レベルを維持していく、あるいはさらに向上させていくために、効率的な機械のサポートを誰でも使うことができ、誰でも働くためのサポートを得られるようにすることです。単純作業や重作業・危険作業などをロボットが支援・代替するための技術の研究開発が二つ目の大きな柱です。このような高齢者の健康支援や家事・介護支援、労働支援を実現するイノベーションの創出がIRT研究機構のミッションです。

▶ 今後の展望についてお聞かせください。

ロボットのセンサーや微小機械システムの研究人口も増え、私が指導した学生さんも随

分活躍するようになってきました。この分野の研究はさらに進んでいくと思っております。これまで取り組んできた基礎研究が企業や私たちの仲間が作るベンチャー企業などを通して世の中に広く出ていき、普及して人々や社会の役に立つよう尽力していきたいと思っております。

▶ 日頃のご研究において心がけておられることはどのようなことでしょうか？

さまざまな選択肢がある場合、自らその先を閉ざさずにどんどん挑戦していくということが私の一番の根本にあります。少し考えただけで諦めず、ずっと粘着質でやり続けると必ず先は開けてくると思っており、常にアクティブに前に進んでいくことを心掛けております。

▶ 座右の銘をお教えてください。

『塞翁が馬』という言葉が好きです。辞書には「よいことの後には悪いことがあり、悪いことの後にはよいことがあり、将来どうなるかわからない。」というようなことが書かれています。それはその通りなのですが、「よいことも悪いことも半分ずつ。」ということも人を見ていて私は思っております。よいことがあったときに自惚れたり有頂天になったりせず、少々悪いことがあっても落ち込まないということとはとても大切だと思っております。

▶ 休日などはどのようにお過ごしでしょうか？

趣味は特にありませんので、平日にやり残した仕事をしているというのが休日の過ごし方です。平日さまざまな仕事に対応して動いていると、自分自身が成長する時間はなくなります。しかし、いくつになっても勉強はしなければいけません。自分自身を高めるために先人の知識を得ることはとても重要だと思っており、休日には自分自身で時間を作り、そのために使うように心掛けております。

▶ 最後にサムコの製品、会社に対して一言お願いします。

気の利いた優れた装置を造られていると理解しております。今後も現場のニーズをよく把握され、それに応えていただきたいと思っています。

お忙しいところ貴重なお時間を頂き、誠にありがとうございました。