Researcher introduction

「職人技の世界」に挑む 指紋型ナノ触覚センサー

優れた触覚を持つ人間の皮膚構造をヒントに、
従来は数値化が難しかった「手触り」の測定に挑戦。
産業・医療分野での応用にさまざまな可能性が広がります。

創造工学部教授
Hidekuni Takao
高尾 英邦

人体の模倣という発想

世の中にはさまざまなセンサーがありますが、共通する基準の一つとして「人間の感覚」が挙げられます。人間ならすぐわかることを、センサー技術で見分けられるものと、見分けられないものがあるわけです。中でも「触覚」はすべての生き物が持っている基本的感覚の一つなのに、それをどう測ればいいのか、まだ十分に解明されていません。この基本的感覚をセンサー技術に落とし込むことができれば、世の中にある様々な課題の解決にきっと役立つに違いないと思いました。

私がMEMS触覚センサーで目指したのは、人間の皮膚構造を模倣して、さらにそれを超えていこうとするアプローチです。今日の触覚センサー技術では人間の感覚の一部、たとえば物をつかんだ時に「硬いか軟らかいか」「どんな形をしているか」くらいしかわかりませんが、我々が本当に知りたい触覚の世界はその先のところにあります。人間が物の表面をなぞった時の触覚や、微妙な違いを瞬時に判断する能力は、これまでのセンサーでは実現していませんでした。特に指先の皮膚は、指紋の隆起や神経細胞、弾力性など、きわめて緻密でよくできた構造を持っています。最初はそれを模倣するところから始めるべきだと考えました。

従来のセンサーとは異なる「皮膚構造の模倣」という発想を実現するには、それを加工する技術と、指先の幅ほどのスペースにセンサーを詰め込む集積技術が必要です。私はもともと半導体デバイスを専門とする電気・電子工学分野の出身です。つまり「たくさんの技術を小さいスペースに集積する」ノウハウを既に持っていました。今は機械システムコースの教授ですが、思えば人間の体も脳に伝える情報を電気信号に変換し、機械的な反応を起こして操作しているわけですから、今回の研究に「電子」「機械」両分野の知識がぴったりはまったと言えるでしょう。研究者は「自分の考えはたぶん正しい」「こうすれば良い結果が得られるだろう」と信じていてこそ、新しい何かを生み出すことができます。長年の知見に基づく研究のオリジナリティーに自信を持ち、それを生かして人間の皮膚感覚を超えるセンサーを生み出すのは自分であると信じて取り組む必要があります。

MEMS触覚センサーの技術は、さまざまな分野に活用の幅が広がります。1マイクロメートル以下の微細な凹凸も検知でき、言わばセンサーが職人技を再現できるようになるわけですから、まず考えられるのは、製品の品質管理です。高級自動車の塗装や精密加工といった、今もエキスパートが熟練の感覚を頼りに見極めている品質を数値・数量化すれば、個人差という揺らぎのない精密な生産技術が確立するでしょう。これは既に実用化の研究をかなり進めています。

私たちの日常により近いところでは、美容分野での活用も挙げられます。私たちは肌や髪に触れて「今日は荒れてるな」といった状態を判断していますよね。この指先の感覚をセンサーで数値化することで、新しい美容機器などの可能性も広がると思います。そうした機器を個人が健康管理に応用できる日も来るかもしれません。さらにその先には、医療分野との連携も見えてきます。「熟練の医師の指の感覚」「長年の経験」といったものがセンサーとAIの組み合わせで再現できれば、皮膚異常や悪性腫瘍、介護における皮膚ケアなど、診断や治療、看護に役立てられるはずです。創造工学部と医学部は定期的に交流会を行っていて、そこで私の研究成果をシーズとした医学的研究も生まれています。こうした連携がスムーズにできるのも、総合大学の強みですね。

肌コンディションもセンサーで数値化が可能に

創発的研究の醍醐味を学生に味わってほしい

アイデアは理詰めで生まれるものではなく、日頃のぼんやりとした思いや、ふと目にしたこと、誰かとなにげなく話したことから、「もしかして、できるんじゃないか?」とひらめくものです。大勢が額を突き合わせるよりも、個人の「ピンときた!」が起点になることが多い。まさにその一瞬が、研究の楽しさでもあります。

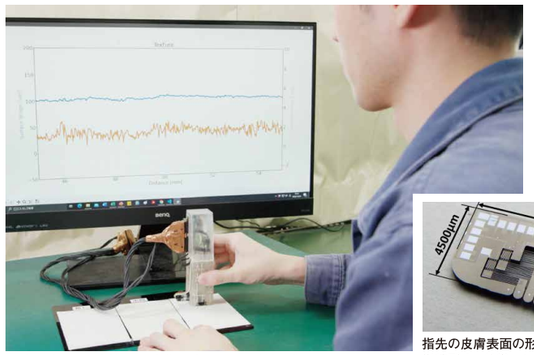
しかし、そこから大きな技術を実現していくのは、一人の力ではできません。せいぜい一人分+αがいいところ。自分の考えにこだわるより、いろんな人の考えを取り入れて大きな目標に向かうよう導くのが、大学における教育の役目でもあります。

今回の研究も、学生たち一人一人の小さなインスピレーションが少しずつ集まって大きくなって、私自身の最初のインスピレーションを形にしてくれたと思っています。一つのテーマに執着して掘り下げるより、いろんな側面から見る方がアイデアを出しやすい。立場が変わると物の見方も変わります。「個々に予想される以上の結果が全体から生じる」ことを創発と言いますが、今回の触覚センサーもいろんな出会いを通じて生まれたアイデアであり、創発の一つの形と言えるでしょう。他分野や企業とも連携しつつ、頭を柔らかくしていくことで、創発的に生まれるものがあるんです。チームとしてそういう経験をともにできたのは、私にとっても学生にとっても成長につながったのではないでしょうか。

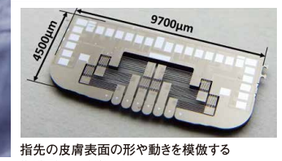
人間の目の仕組みなどはかなり解明が進んでいるジャンルですが、触覚についてはわかっていないことがまだまだたくさんあり、そちらもさらなる研究を進めているところです。「よくわからないものを実現する」のはなかなか難しいんですよ。生体の解明と技術の開発は車の両輪です。解明が進めばセンサー研究もやりやすくなるでしょうし、我々の研究が結果として生体の解明につながることもあるかもしれない。「わからないからリスクがあり、だからこそ今やることに意味がある」のもまた事実だと考えています。

基礎研究が進めば応用研究が進み、さらに実用化研究が進む、その繰り返しで少しずつ進歩していくものです。過去5年間の研究成果は既に実用レベルに到達しており、それを発展させるために、本学を中心とする複数の大学と企業で行う国家プロジェクトが進行しています。総勢36人のチームのうち、14人が創造工学部にある研究室の学生たちで、研究の主力として活躍してくれていますよ。

一方で、さらに高機能なセンサーを開発する基礎研究も進行中です。そこで学生たちが自分たちのアイデアを形にするチャンスが得られる環境を大切にしています。特徴的な研究テーマを掲げ、微細構造デバイス統合研究センターなどの施設を活用しながら主体的に研究を進め、産業や農業、医学分野とどんどん連携して自分のアイデアを実現できる、そんな経験を創造工学部で味わってほしいですね。



なぞった物の形、摩擦、硬さ変化を計測可能な手触り感スキャナー



指先の皮膚表面の形や動きを模倣する
指紋型ナノ触覚センサー

高尾先生の研究をシーズにさまざまな研究が展開中!

医療の歴史上画期的な技術変革の予感

医学部医学科教授
Tetsuo Minamino
南野 哲男

きっかけは本学の分野横断の取り組みの一環として、医工連携セミナーで高尾先生の講演に感銘を受けたことでした。これは医学に応用できると直感したんです。

医師は患者さんの体に触れることで情報を収集します。特に僕が専門とする循環器内科は、皮膚の質感や体のむくみ、鼓動や脈拍を手で触れることで診断を行います。言ってみれば医師の「アート(技術)」の領域です。高尾先生の研究は、この何千年も昔から変わらない医学の根本、人間の五感を使うところにアプローチでき、医師と患者さんの関わり方すらも革新する、画期的なものでした。

現在、共同研究として「触覚に基づく診断のための技術開発」に取り組んでいます。AIと組み合わせて、感覚的なデータをセンサーによってデジタル化・解析することで、従来より精度の高い診断が可能になると期待しているところ。プロトタイプが完成し、患者さんへの応用と実用化に向けて一歩前進しました。新しい「知」を生み出すのが大学の役割の一つ。時代に応じた技術開発を通じて、医療に貢献していきたいですね。

体性感覚センサーは安全性評価試験にも貢献

医学部慢性期成人看護学教授
Hiroko Shimizu
清水 裕子

私はがん・難病患者さんの看護からキャリアをスタートさせ、心理学者として「心と体の双方からのケア」の重要性をずっと感じてきました。高尾先生の研究は、私が目指す「体」のケアに深くかかわってきます。

がん末期など消耗の激しい患者さんは、体を拭いてあげるだけでも体力を消耗します。何とかリラックスさせてあげられないかと、私は布タオルの「蒸気布」とそれを製品化した「蒸気発生型清拭具」を考案しました。組み合わせると蒸気が発生する清拭具で、濡れた感触は伴わず、濡れタオルを使う時とは真逆の高いリラックス効果があることが脳波の計測でわかっています。

しかし、実用化に当たって安全性を評価する際、実際の人間の体では実験ができないという壁がありました。そこで役に立つのが「人間の動きや体性感覚を伴った精巧なセンサーを持つロボット」です。現在、高尾先生や同じく創造工学部の石丸伊知郎先生と測定プロジェクトを進めていて、測定に向けて準備中。測定手法が確立すれば、今後の看護の研究者などが応用し、より心身に寄り添うケアが実現できるのではないかと期待しています。