

触覚とは

触覚は五感の一つであり、皮膚を通して感じる感覚です。全身の皮膚を広げると成人で平均一・八平方メートルと、人間の器官の中でも大きな器官と言えます。またとても原始的な感覚で、お母さんのお腹の中に居る胎児は約九週目から外皮機能を持ち始めます。生まれたばかりの赤ん坊は目がよく見えないため、物を手に持ったり口に入れたりすることで、物の確認をしている様子が、しばしば見られます。

「触れる」ということは能動的な行為であり、自分の手指を用いて対象物を触ります。触覚は五感のうちでも他の器官と違い、作用反作用の法則に支配され、触ることによって相手の形や熱の状態等に変化を生じさせ、変形の仕方や熱の伝達の様子等の情報を、手指を通して受け取り感じます。このときに人は何を変化させ、何を感じているのか等、触覚で得られる情報は多くそれぞれが複雑に絡み合うこともあり、そのメカニズムは未だ十分に解明されていません。

それと比べ、眼鏡や補聴器のような補助器具が開発されていることから分かりますように、視覚や聴覚のメカニズムはよくわかっていると考えるでしょう。触覚の分野ではそのメカニズムが明らかにされていないため、その代替となるものや、補助器具の確立は難しいと言えます。

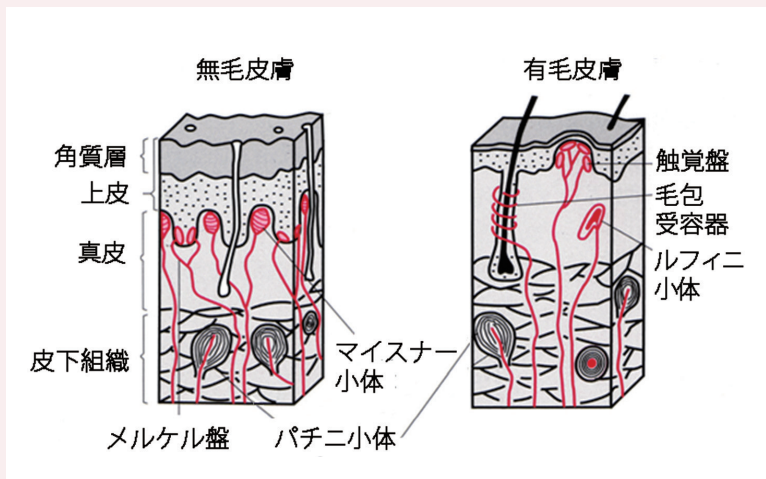


図1/ヒトの触覚感覚受容器 [1]

触運動と触覚感覚受容器 (人間のセンサ)

手指によって触覚・触感の判断が行われるため、その動作も非常に重要です。この触運動知覚の研究はこれまで多くなく

おいては、もちろん触覚だけでなく視覚や嗅覚等の他の感覚も大きく影響し、視覚による使用感には「つや」「美しい色見」「透明感」「光沢」など、嗅覚では様々な「香り」などがわかります。それに比べ、触覚は「手触り」「しっとり」「なめらか」「さらさら」「しなやか」などの感覚が分かり、他の感覚では分からない様々な使用感を感じることが可能です。また布に関しても「こ」「はり」「ぬめり」などの風合いを表記する言葉があり、手触り感の評価に役立てられています。

新たな触覚・触感センサシステムの開発

私たちの研究室では、ヒトの触感計測として、触覚触感が作用反作用によって情報が得られることに着目し、ヒトの特性を模したセンサシステムを作製し、それを用いて計測を行いました。

これまでの触覚・触感評価の主な方法としては、対象物の摩擦係数や圧縮、曲げ、引っ張りやねじり剛性など、触覚・触感と関連すると考えられる各物理量の計測が行われてきました。これらによって得られるデータは多数ありますが、ヒトの触感との対応を十分に見つけることは極めて困難であることが報告されておりあります。

そこで、私たちはヒトの触覚感覚受容器の特徴を実現するセンサの製作、ヒトの触動作を基とした触動作機構の構築および

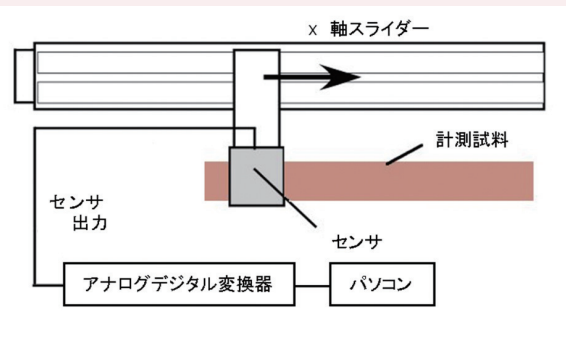


図3/テクスチャー計測装置 (図中の矢印方向にセンサは走査される)

れており、視覚を用いずに、手触り感や質感などのテクスチャー、硬さ、重さ、形状のような触覚情報をどのような動きによって得られるか、その探索行為について調査されています。テクスチャーを知りたい時には手指を横方向へ動かしますし、硬さが知りたければ対象物を押すという圧迫運動、また温度を知りたい時には接触させじっとするという静止接触の動きをします。このように人は、欲しい情報によって必要な動作を変え情報を収集しています。

触覚・触感での判断に優れている方というのは、感覚が優れているだけでなく、その動作にも何かしら特長があるのでないかと考え、最近私の研究では、熟練した医師の触診時の手の動きや、触感を測るエキスパートの手の動作もカメラや力センサなどで計測し、未熟者との違いについても検討しています。

人間の皮膚にあるセンサと考えられる皮膚の感覚受容器を図1に示します。機械的受容器にはマイスナー小体、メルケル盤、パチニ小体およびルフィニ小体が挙げられます。また図2にパチニ小体とマイスナー小体の特性を示します。これらより分かりますように各小体の配置だけでなくそれぞれ特性が違います。各受容器の特徴が異なることは非常に面白く、色々なスピードに対応できるセンサを人は持っていることから、人は無意識にさまざまな情報の取得が可能になっていると考えられます。

センサシステムの一例の概念図を図3に示します。センサ材料には、パチニ小体と似た応答が出る高分子圧電材料を用いました。また、このシステムではテクスチャーを測る動作を模し、対象物に対して押し付け動作を行い横方向へ走査します。

信号処理では、センサ出力において、振幅の大きさの評価と人の皮膚感覚受容器の中で反応感度のよい周波数帯域の信号がどれだけ含まれているかを評価しました。このアイデアを基にセンサシステムを開発し計測したところ、素材の違う布を判別するだけでなく、下着類やポロシャツ類などの同じような布間の手触り感の「じっとりウェット感」や「ふんわりやわらか感」が測れることがわかりました。また、皮膚や毛髪の荒れ具合や弾力などの計測、スキンケア効果や毛髪のシャンプー・コンディショナーの効果などの計測も行っており、「しっとり」「なめらか」「さらさら」感などの計測に成功しています。

将来、触覚のメカニズムの解明がさらに進むことによって、さらなる触覚・触感の測定も可能になります。ものの製作開発にも役立てられ高度な技術に活用されるだけでなく、視覚分野の応用として内視鏡のような医療機器が開発されたように、触覚分野での新たな医療福祉機器が開発出来るのではないかと期待しております。



田中 真美 (たなか まみ)
1970年生まれ
現職 / 東北大学大学院工学研究科
工学研究科 教授
専門 / 医療福祉工学、バイオメカトロニクス
関連ホームページ /
<http://rose.mech.tohoku.ac.jp>

図の参考文献
[1] 佐藤、佐伯:「人体の構造と機能」第2版pp. 260-263 医歯薬出版株式会社 2003 一部改訂
[2] G.M. Shepherd: Neurobiology (Third Edition), Oxford University Press, London, pp.267-277, 1994, 一部改