

ヒトの触質感はなぜ多彩なのか？～非線形触質感喚起モデル～

研究代表者 野々村 美宗（山形大学大学院理工学研究科・教授）



ヒトはモノに触れると、「なめらか感」「しっとり感」などの触質感を感じます。われわれは、皮膚の表面で起こる摩擦現象の非線形性によって喚起される多彩な摩擦パターンが、繊細な触質感が発現する一つの原因であるという仮説を考え、『非線形触質感喚起モデル』となづけました。本研究では、触質感と摩擦現象の関係を明らかにし、この仮説を検証します。具体的には、触運動を真似て常に加速度が加わった正弦運動によって摩擦を行い、皮膚のように柔らかく凸凹構造の刻まれた接触子が装着された触質感センシングシステムを開発して、非線形摩擦現象をモデリングします(図 1)。本研究で触質感が喚起されるメカニズムを説明する物理モデルを構築することで、質感認識機構が明らかになるだけでなく、触覚工学の社会実装が進むことが期待されます。

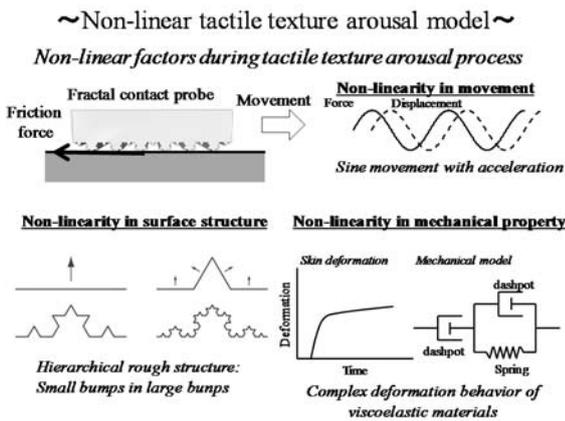


図 1 非線形触質感喚起モデルの概念図

(1) 触質感センシングシステムの開発

ヒトがモノに触れる時の動きを真似た正弦運動を実現するために、偏心した円盤を回転させてヨークを往復運動させる機構を組み込んだ摩擦評価装置を開発しました。まず、非線形運動下における摩擦運動のモデルを構築するために、潤滑性に優れたポリテトラフルオロエチレン(PTFE)表面における摩擦を評価しました。その結果、摩擦開始とともに摩擦抵抗が増加する速度依存性と、摩擦運動と摩擦力の応答の間に時間差 δ が観察されました。

この、加速に伴う摩擦係数の増加と時間差は、皮膚や毛髪の表面でも観察されました。そこで、生体材料に広くみられる粘弾性を組み込んだ摩擦モデル

を構築し、ソフトマテリアルの摩擦現象を俯瞰的に説明できることを確認しました。

(2) 「しっとり感」の発現メカニズム

次にわれわれは、開発した物理モデルに基づいて、触質感の発現メカニズムを明らかにすることとしました。まず、様々な触質感の中でも「しっとり感」に着目しました。「しっとり」とは湿る程度に濡れていたり適度に水分を含んでいたりするさま、と定義されていますが、一方で、布や粉体、革など水をほとんど含まない物質に触れた時にも感知される場合がしばしばあり、幾つかの触覚因子が組み合わせられて発現する複雑な感覚であることが予想されます。

これまでに、人工皮革・布・樹脂・化粧用粉体などの 12 種類の固体試料のしっとり感を系統的に評価しました。その結果、最もしっとり感が高いのは化粧用粉体、低いのはカシミアのような布や表面に凸凹を刻んだシリコン樹脂でした。さらに、しっとり感と滑らか感・硬軟感・温冷感などの触覚次元の関係を解析したところ、接着感と滑らか感が高いとしっとり感が発現すること、さらにこれらの感覚は試料の表面の凸凹と滑り出しにおける摩擦変化によって決まることが明らかになりました。

今後は、「温もり感」「ぬめり感」など高次の触感の発現メカニズムを明らかにするだけでなく、触覚に着目した化粧品・情報機器・ロボットの商品設計に取り組んでいきます。

論文

1. Kikegawa K, Takamatsu K, Kawakami M, Furukawa H, Mayama H, Nonomura Y: Evaluation of 3D printer accuracy in producing fractal structure. *J Oleo Sci*, 66(4): 383-389, 2017.
2. Aita Y, Asanuma N, Takahashi A, Mayama H, Nonomura Y: Nonlinear friction dynamics on polymer surface under accelerated movement. *AIP Advances* 7: 045005, 2017.
3. Sato S, Nonomura Y: Hand mixing process of thickener aqueous solutions. *J Jpn Soc Colour Mater* 90(9): 315-318, 2017.
4. Shimizu R, Nonomura Y: Preparation of artificial skin that mimics human skin surface and mechanical properties. *J Oleo Sci*, in press.