

山形大学 学術研究院 野々村 美宗

1. はじめに

スキンケア化粧料を使った感想を聞くと、しばしば、「皮膚がしっとりした」とか「滑らかになってよかった」とか、手触りに関するコメントを頂く。このことは、多くのヒトが、自分の皮膚の状態を、その眼で見、指で触れて実感することを示している。触感は皮膚に加わる力や熱刺激によって喚起されるが、中でも摩擦は「しっとり」「さらさら」「滑らか」等、多くの感覚に強い影響を及ぼすことから、スキンケア効果を実感することのできる化粧料を開発するためには、トリートメントをしたときにヒト皮膚や毛髪で起こる摩擦現象を理解することが極めて重要なのだ¹⁾。これまでに、皮膚の摩擦特性については多くの研究がなされており、皮膚に含まれている水分の量が最も重要なパラメーターであることが知られている²⁾。例えば、ヒト皮膚を水で濡らすと角層が潤って柔らかくなり、プローブとの接触面積が大きくなることで摩擦係数が上昇することや^{3) 4)}、ワセリンやシリコンオイルで処理した直後の皮膚は、これらの油剤の潤滑力によって皮膚よりも摩擦係数が低くなるが、その後、閉塞性によって表皮が内側から水和して、徐々に大きくなることが報告されている⁵⁾。

しかし、ヒトが「しっとり」「さらさら」「滑らか」

等の多彩で繊細な感覚を感じ取るメカニズムを物理的に理解し、それに基づいて化粧料のテクスチャーをコントロールすることはなかなか難しい。その一つの理由として、ヒト皮膚は表皮・真皮・皮下組織という力学的な特性の異なる組織からなる複合体で、最表面にセラチンタンパク・細胞間脂質及び水からなる「角層」と呼ばれる薄くて固いフィルムによって覆われているため、粘弾性的で複雑な力学応答を示すことが挙げられる⁶⁾。また、身体を動かしてモノに触れる“active touch”の条件下でヒトが感じる感覚は、その触り方や運動によって変化することも知られており、モノに触れるときの運動を的確に再現しなければ実際にヒトが感じた感覚の理解にはつながらない⁷⁾。

そこでわれわれは、これらの課題を解決するために、皮膚表面で起こる摩擦現象に着目して active touch のプロセスを再現するバイオミメティック触覚センシングシステムを開発した。このシステムでは、ヒトが指でモノに触れたときに皮膚に加わる力学的な刺激を再現するために、指の形状と表面・力学的な特性を模倣した指モデル接触子が装着されている⁸⁾。さらに、ヒトがモノに触れたときの自然で滑らかな動きを模して、接触子が正弦運動でしゅう動し、これらの工夫を施すことによって、手触りとして認識される感覚がどのような物理現象によるものなのか、その支配

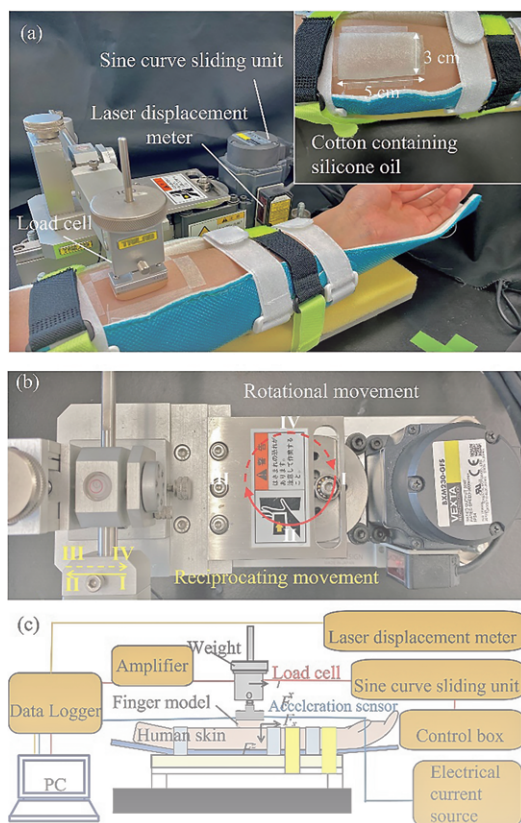
因子をあぶりだすことができる⁹⁾。

本稿では、スキンケア化粧料を塗ったときに、ヒトがその保湿効果を触覚を通して実感するメカニズムを明らかにするために、バイオミメティック触覚センシングシステムを用いて、ワセリンまたはシリコンオイルを塗布したときに皮膚の表面で起こる摩擦現象を解析した結果について報告する(図1)¹⁰⁾。

2. 方法

ワセリンまたはシリコンオイルをヒト皮膚に塗布したときの摩擦評価は、学内の学生20名(男性10名、女性10名)を被験者として行った。被験者らは、摩擦評価前にハンドソープで両手と両腕を洗い、その後、順応のために温度 $25^{\circ}\text{C} \pm 1^{\circ}\text{C}$ 、湿度 $50\% \pm 5\%$ の部屋で20分待機した。測定箇所は、両腕とも掌側の前腕の肘線から5cmを中心とした縦5cm×横3cmの範囲とした。約0.3gのワセリンを綿棒で塗布、シリコンオイルはコットンに含ませ、測定箇所10分間静置した。

摩擦評価のために開発したバイオミメティック触覚センシングシステムを図1に示す。指の形状と表面・力学的な特性を模倣した指モデル接触子の表面には深さ0.15mmの溝が0.5mmの間隔で刻まれている⁸⁾。また、ヒトの自然で滑らかな運動を模倣した正弦運動は、偏芯した円板を回転させてヨークを往復運動させる機構により実現した⁹⁾。ヒト皮膚及び毛髪の実験条件は、移動幅



■図1 正弦運動摩擦評価装置。(a)全体像、(b)正弦運動を実現するためのスコッチ・ヨーク機構、(c)概念図。文献10) (Creative Commons CC BY-SA 4.0) より引用

度が正の領域は接触子の往復運動における往路、負の領域は復路を示している。この振動が発現する摩擦プロファイルをおscillation patternと名付

これ以降の閲覧を希望の場合は、本誌をご購読ください。