

# ● 良触感技術を活用した製品開発 Product development using haptic technology

松本 悠

Masaru Matsumoto

Key Word : Haptic, Thermoplastic elastomer, Surface structure

## 1 はじめに

熱可塑性エラストマー(TPE)は、常温ではゴムのように柔軟に変形できる特徴があり、加熱すると熔融して通常の熱可塑性樹脂と同様の成形加工が可能な材料である。加硫ゴムと比較して、一体成形が可能でアッセンブリが不要な点や加硫工程の簡素化によるトータルコストダウンを目的に用途展開が行われ、ある程度の棲み分けが出来つつある。

上記のような特性を持つため、エラストマーはグリップ用途に用いられることも多く、そこではより良い触感が求められる。また市場で良触感性が求められる用途として自動車内装等があり、それら用途ではスウェード調本革が用いられることが多い。これはスウェード調本革には高級感があり、触感性もしっとりして温かみがある点で利用者から好まれているためである。ただ昨今では環境負荷や動物愛護の観点からレザーフリーの動きもあることから、エラストマーでの置き換えを狙い開発をスタートした。

## 2 触感のメカニズム

ヒトはものを触ったときに伝わる振動を、皮膚内部にある4つの受容体が感知することで触覚を得ている(図1)。また指や手のひらには指紋形状があることで、より皮膚上に振動を発生させやすく、触感の感度を上げる効果がある。

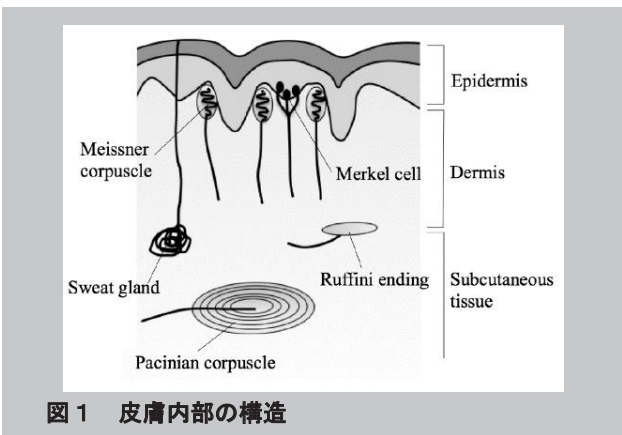


図1 皮膚内部の構造

他にもヒトの皮膚には温かさや痛みを感じる受容体等があり、それら受容体から得られる複合的な情報から「硬軟感」「温冷感」「粗滑感」「摩擦感」「乾湿感」の5つの触感を感じることができるといわれている(図2)。

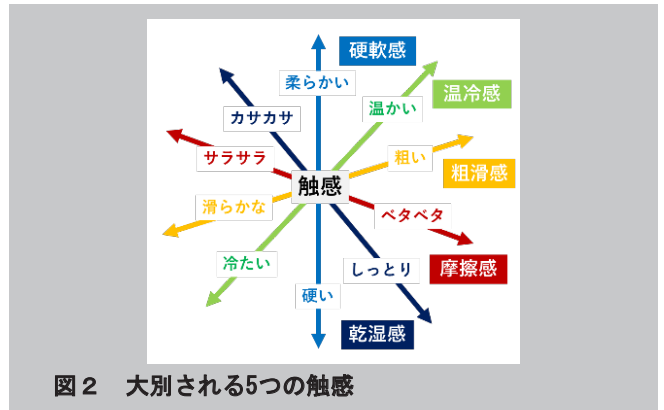


図2 大別される5つの触感

## 3 触感の測定方法の確立

### 3.1 官能評価データの収集

エラストマーや本革、布など様々な素材を準備し、シェツフェの対比較法で官能評価データの収集を行った。また評価では「温度湿度を一定にする」、「視覚情報を遮断する」、「試験前に手を洗浄する」、「触り方を統一する(擦るのか、押すのか等)」、「評価軸をオノマトペ(擬態語)で表現する」などの工夫を行うことでノイズを極力排除し、年齢や性別が異なる様々な被験者から複数のデータを取得した。

### 3.2 評価装置で測定可能な代替パラメーター

次に官能評価で得られたデータを基に、官能評価と相関性が高い代替パラメーターの検討を行った。発現メカニズムを基に測定装置を絞り込み、測定条件の最適化を行った。一例として摩擦感について紹介する。

一般的に摩擦力を定量的に捉えるには摩擦試験機を用いる。摩擦試験機では接触子がサンプル表面をなぞったときの抵抗力を計測し摩擦係数 $\mu$ が算出される。このような一般的な摩擦試験機で評価を行ったところ、官能評価と相関を得ること

アロン化成株式会社 生産技術本部 生産革新部 材料開発グループ

Production Innovation Department, Materials Development Group, ARONKASEI CO., LTD.

ができなかった。原因としてヒトがものに触れる際には接触面に指紋がある点や、またより高い周波数領域の振動を受け取っている点が挙げられる。

そこで指紋形状を模した接触子を有し、0.1~100mm/secの幅広い試験速度で試験可能な多機能型摩擦測定機(写真1)を用いて評価を行ったところ、20mm/sec以上の速い試験速度で官能評価と高い相関性を得られることがわかった(図3)。多機能型摩擦測定機での試験結果と官能評価との相関係数を図4に示す。



写真1 多機能型摩擦測定機と指紋形状の接触子

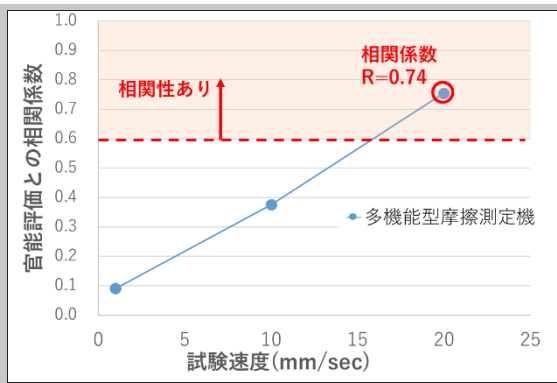


図3 試験速度と官能評価との相関性

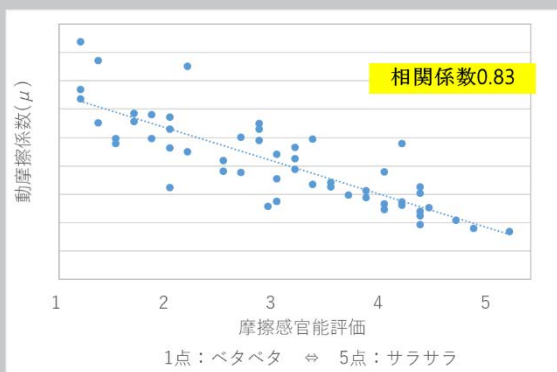


図4 摩擦感の官能評価との相関係数

同様にその他4つの触感についても官能評価と相関がある評価装置を検討し、現在までに表1の相関係数を得ることが出来た。これにより触感性の評価をヒトによる官能評価から評価機器で行えるようになり、サンプル間の細かい差異が分かるようになった。

	測定装置	測定条件の重要点	官能評価との相関係数
硬軟感	圧縮試験機	測定荷重	○ 0.90
温冷感	接触冷感性試験機	JIS準拠	○ 0.87
粗滑感	レーザー顕微鏡	表面パラメーターの選択	○ 0.77
摩擦感	特殊摩擦試験機	測定速度	○ 0.83
乾湿感	特殊摩擦試験機	測定速度依存性	△ 0.56

表1 各触感の評価機器と官能評価との相関係数

#### 4 現状の課題

スウェード調本革やシリコンなどの良触感性の材料と同等の柔らかさをエラストマーで目指すと、ベタツキが発生してしまう。またスウェード調本革と比較すると、エラストマーは触るとヒヤッと冷たく、温かみの点で大きく異なる。

上記2つの課題に対して、材料開発と表面加工の手段を用いて解決を目指した。

#### 5 良触感開発品の説明

##### 5.1 柔軟でサラサラなエラストマー(開発品1)

まず図5で示す領域をターゲットとした柔軟でサラサラなエラストマー(開発品1)を得るため、配合に微粒子となる成分を含有することで表面に微細な凹凸を設け、接触面積を減らしベタツキの低減を図った。

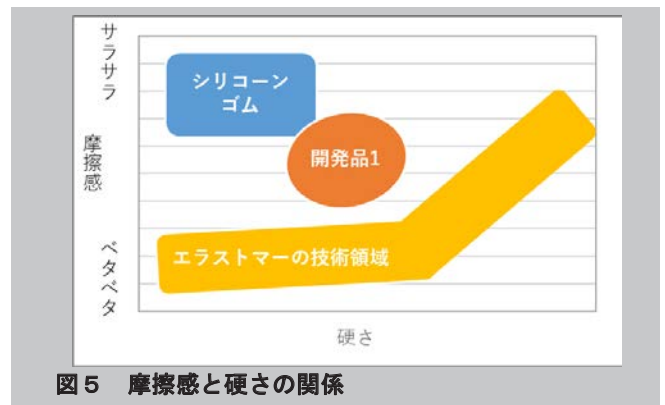


図5 摩擦感と硬さの関係

図6は従来のエラストマーと開発品1の表面性をレーザー顕微鏡で測定した結果である。低い箇所は青く、高い箇所は赤色で表現されており、開発品1では赤い点が細かく全面に見られ、表面に微細な凹凸があるのがわかる。また従来のエラストマーと比較して大幅に摩擦係数が低減していることがわかる。これにより柔軟でサラサラなエラストマーを得ることができた。

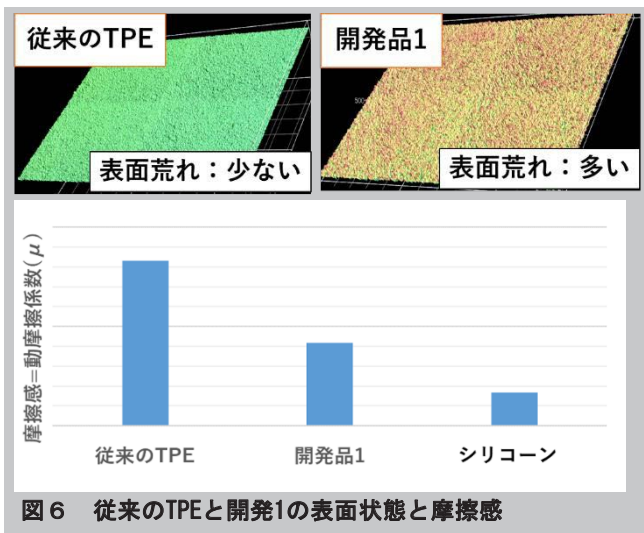


図6 従来のTPEと開発1の表面状態と摩擦感

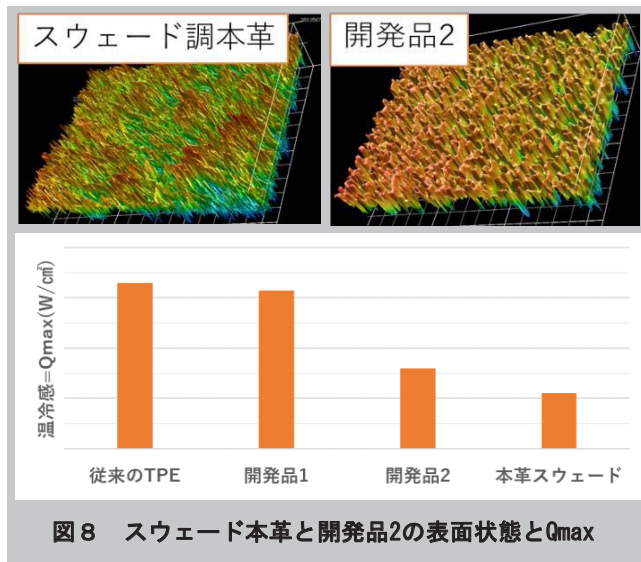


図8 スウェード本革と開発品2の表面状態とQmax

## 5.2 温かみのあるエラストマー(開発品2)

ヒトに温かみを感じさせるためには、ものに触れた時に接触面から奪われる熱量(接触冷感Qmax)を小さくする必要があります。一般的にQmaxを小さくする手段はいくつか考えられるが、エラストマー表面層の空隙に着目した。

表面の空隙容積を表すのに負荷面積率を用いたVvc(表面層の空間の容積)というパラメーターがある(図7)。同一素材で表面に凹凸を与え、Vvcと接触冷感Qmaxの関係を比較した。表面層のVvcが増えるほど、Qmaxが低下していることがわかる。そこで表面層に空隙を設けることでQmaxを小さくするよう検討を行った。

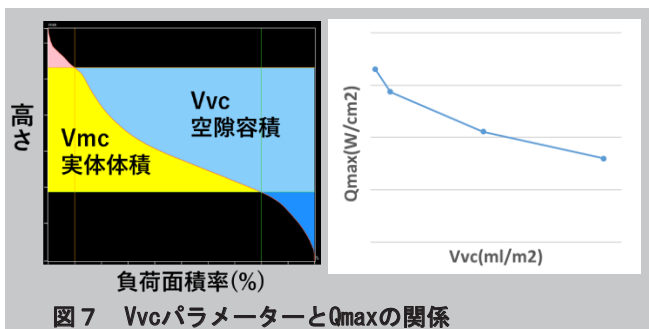


図7 VvcパラメーターとQmaxの関係

温かみのあるスウェード本革の表面をレーザー顕微鏡で測定したところ、毛羽立った構造を持ち、表面に多くの空隙があることがわかった。前述した開発品1においても、表面に微細な凹凸がありVvcを若干の増加できたが、温かみ付与に対する効果は不十分であった。そこで表面に、より深い凹凸がつくような加工を行うことで、Vvcが大幅に増加し温かみのあるエラストマーを開発できた(図8)。

開発品2で行った表面加工では様々なTPE樹脂で温かみを付与することができるため、従来の低硬度でベタツキがあるTPE材を用いると摩擦感が増し、しっとりとした温かみがある触感を得ることができた。(開発品3) それぞれの触感性を図9のレーダーチャートに示す。今回得られた技術を活用することで、材料と表面加工形状の組み合わせによって幅広い触感を発現することができるようになった。

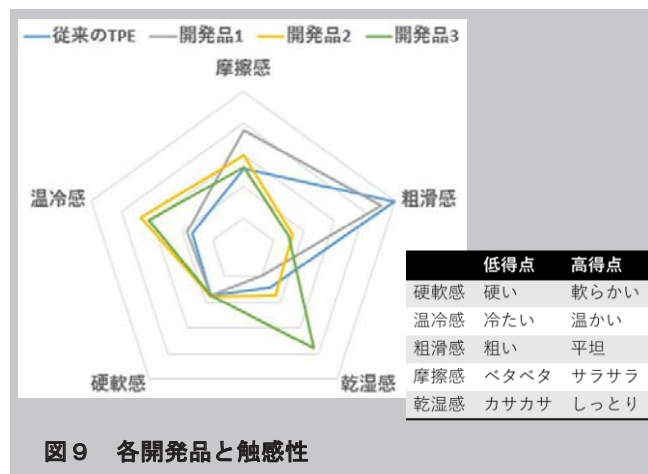


図9 各開発品と触感性

## 6 用途例

自動車の内装部品や各種グリップ部品など人が触れる部分を用途として想定している。昨今のトレンドとして電気自動車の普及や自動運転化により、自動車の車内環境の向上がより求められつつある。また前述した通りレーザーフリーの動きもある為、良触感のエラストマーのニーズはあると考えている。

---

## 7 おわりに

射出成形可能な良触感技術として「やわらかくてサラサラとした触感」と「革のような温かみのある触感」を実現することができた。この技術により顧客製品の高付加価値化に貢献し、市場領域を拡大や新分野への足掛かりになることを期待している。また表面形状による機能発現の技術は良触感性以外にも撥水性、防汚性、吸音性等、他の機能への展開も期待できる為、更なる高付加価値化の検討を行っていく。

## 引用文献

- 1) 田中由浩, 佐野明人, “触知覚メカニズムと指・皮膚構造”, (2014) バイオメカニズム学会誌, Vol. 38, No. 1
- 2) 野々村美宗, “触り心地の制御、評価技術と新材料・新製品開発への応用”, (2017) 株式会社技術情報協会, 1章, 3節