



歯周ポケットケアのための 超極細毛歯ブラシ挙動解析(可視化)

研究・開発機関 : ライオン株式会社
 利用施設 : 自社設備
 計算規模 : ブラッシング解析:要素数 55000
 解析時間 7.5時間~ 16時間、1 コア
 利用ソフトウェア: 衝撃・構造解析ソフトウェア LS-DYNA

Before

●超極細毛歯ブラシの良さを理解してもらうため、歯周ポケットの清掃に焦点を当てた歯ブラシの機能をわかりやすく伝える手段が必要でした。選択肢にCGアニメがありました。制作者が画像を自在に操作できるため、現実味を帯びた説得力のある情報提供の面で弱いと考え、数値シミュレーションを用いた現象可視化にチャレンジしました。

After

- 当初は限られた社内計算資源を活用し、2次元解析で歯周ポケット周辺部のみを対象とした歯ブラシの毛(用毛)の侵入現象を可視化しました。
- 現在では3次元解析に移行し、歯と歯肉の連なりを反映した口腔内モデルに対し、歯ブラシの全毛束を反映させたブラッシング動作を可視化することが可能になっています。
- これにより、生活者は超極細毛歯ブラシの良さを容易に理解できるようになりました。

背景と目的

毎日のブラッシングで歯周ポケット(歯と歯肉のすき間)にたまる歯周病の原因となる汚れの除去を可能にしたのが超極細毛です。

毛先が細くしなやかな超極細毛の歯ブラシは、従来の歯ブラシでは届きにくかった歯周ポケットの内部にまで毛先が届き、汚れをかき出して清掃できます。

1990年代前半の開発当時、超極細毛歯ブラシの機能をわかりやすく伝えるにはどうしたらよいか、ということが課題の一つでした。歯肉の腫れやムシ歯があると、生活者はこうした部位の歯みがきを無意識のうちに避けてしまいがちです。そのため、超極細毛歯ブラシで歯みがき時の痛みや不快感に繋がる歯肉への刺激を低減できることを生活者が理解できれば、避けていた部位もみがくようになると考え、容器の挙動解析で社内活用実績のあった有限要素法を用いて、歯周ポ

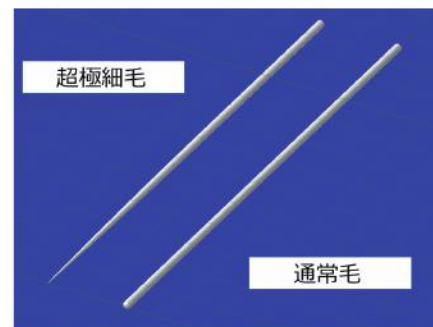


図1. 超極細毛

ケットへの侵入性に用毛の材質や形状が与える影響の可視化に取り組みました。具体的には複数の用毛が同時に侵入する場合の相互阻害と、侵入時に歯周ポケット周囲の歯肉内部に発生する応力の差異を指標としました。

しかし本解析は限られた社内計算資源を用いて行うため、当時は3次元モデルでの解析は不可能でした。そこで、歯周ポケット周辺部断面を用いて2次元モデル化し、解析を行いました。

その結果、通常用毛では開口部の状況により、歯周ポケットへの侵入が妨げられる傾向にあり、またその際に歯周ポケット周囲の歯肉の広い部分にストレスを発生させることが示唆されました。

一方、超極細毛は侵入性に優れ、歯肉に対してもストレスが少なく、痛みを最小限に抑えた状態でのブラッシングを可能にしていることが示唆されました。この画像は、端的に製品特長を示すことができ、発売時、テレビ広告、新聞・雑誌や製品ラベルなど多くの場面で活用されました。(図2)

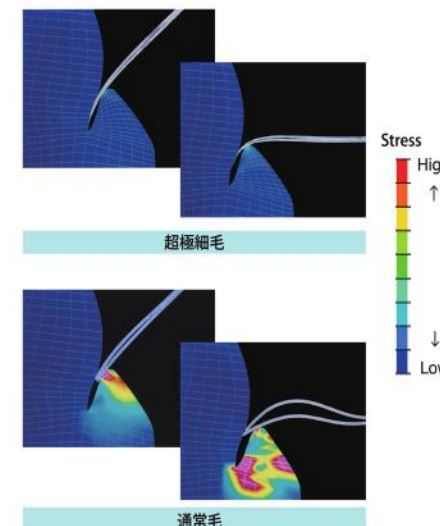


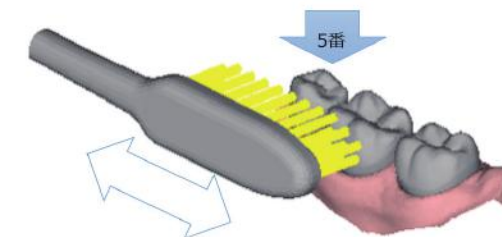
図2. 従来の歯ブラシ毛と超極細毛による侵入性の比較

利用成果

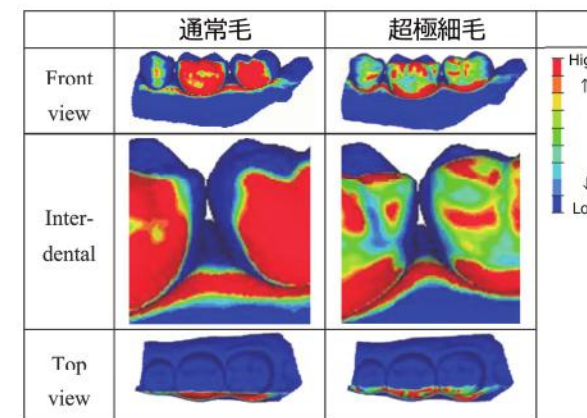
計算資源の拡充、解析手法の高度化を進め、現在では成人の口腔内モデルを対象としたブラッシング運動全体の可視化が可能になっています。これにより、歯ブラシの各種仕様が、ブラッシングにどのような影響を与えるか、様々な視点から検討することができます。(図3)

評価指標も、前述した歯肉内部のストレスに加え、対象物表面の摩擦エネルギー密度分布を用いて清掃力や歯間部への到達性などについて検討することが可能となりました。

図4は、通常毛歯ブラシと超極細毛歯ブラシでのブラッシングの結果を示しています。超極細毛は歯面への単位時間当たりの摩擦エネルギー密度では通常毛に劣りますが、清掃面の広さや、歯と歯肉のすき間、歯間部への高い到達性などで優位性を持っており、清掃力自体も少し長くブラッシングすることで高められると考えられます。こうした、歯ブラシの持つ特性を生活者にわかりやすく伝えることで、自分のスタイルにあった歯ブラシの選択ができるよう情報発信に活用しています。



下顎5~7番に対して、頬側部よりブラッシング
 図3. ブラッシング運動のイメージ



摩擦エネルギー密度分布図

図4. 通常毛歯ブラシと超極細毛歯ブラシによる摩擦エネルギー分布の比較

出典: 伊藤龍ら, "非線形有限要素法による歯ブラシ毛の挙動解析," 日本歯周病学会誌, vol. 36, no. 1, Mar. 188-196, 1994.
 村田善保ら "CAE 技術を活用した歯ブラシのブラッシング性能の可視化," 計算工学講演会論文集, vol. 18, Jun. 2013.