

助産師の乳房マッサージやさく乳器の力学的作用をシミュレーション ～母乳が出るメカニズムを解明し、母乳育児支援へ～

ピジョン株式会社（本社：東京都中央区、社長：北澤 憲政）は、株式会社構造計画研究所（所在地：東京都中野区、代表執行役社長：渡邊 太門）との共同研究において、助産師による乳房マッサージやさく乳器の使用が授乳中の母親の乳房に対して及ぼす力学的作用を明らかにしました。

有限要素法（FEM; Finite Element Method）を用いたシミュレーションによって、実際には測定することが困難な乳房全体の力学的作用を3次元的に可視化しました。その結果、乳房マッサージやさく乳器が乳房に及ぼす作用が明らかになると同時に、母乳が出るメカニズムに関与すると考えられる乳頭直下部の乳管への作用も示唆されました。本研究成果は、「看護理工学会誌」10巻 p.157-167（公開日 2023年6月30日）に掲載されました。



■研究論文の要約

<背景>

授乳中の母親における乳房ケアの方法として、助産師による乳房マッサージやさく乳器の使用が用いられることがあります。乳房マッサージは助産師が指で母親の乳房を押す動作によって、さく乳器は吸引による陰圧によって、乳房から母乳が排出されます。本研究では、母乳が排出されるメカニズムを解明する初期段階として、乳房マッサージやさく乳器が乳房に及ぼす力学的作用を明らかにすることを目的としました。

<方法>

助産師による乳房マッサージの動作を3次元データ化するため、9名の助産師に対して、光学式3次元動作解析を実施しました。乳房、助産師の指、さく乳器の3次元モデルを作成し、乳房マッサージやさく乳の様子を有限要素法（FEM; Finite Element Method）を用いてシミュレーションしました。

<結果>

母親の乳房に作用する引張ひずみ、圧縮ひずみに関するシミュレーション結果が得られました。助産師の乳房マッサージとさく乳器を比較した場合、乳房に及ぼす引張・圧縮作用の位置や方向に相違点が確認されましたが、いずれも乳房内部に対しても力学的作用を及ぼすことが示されました。

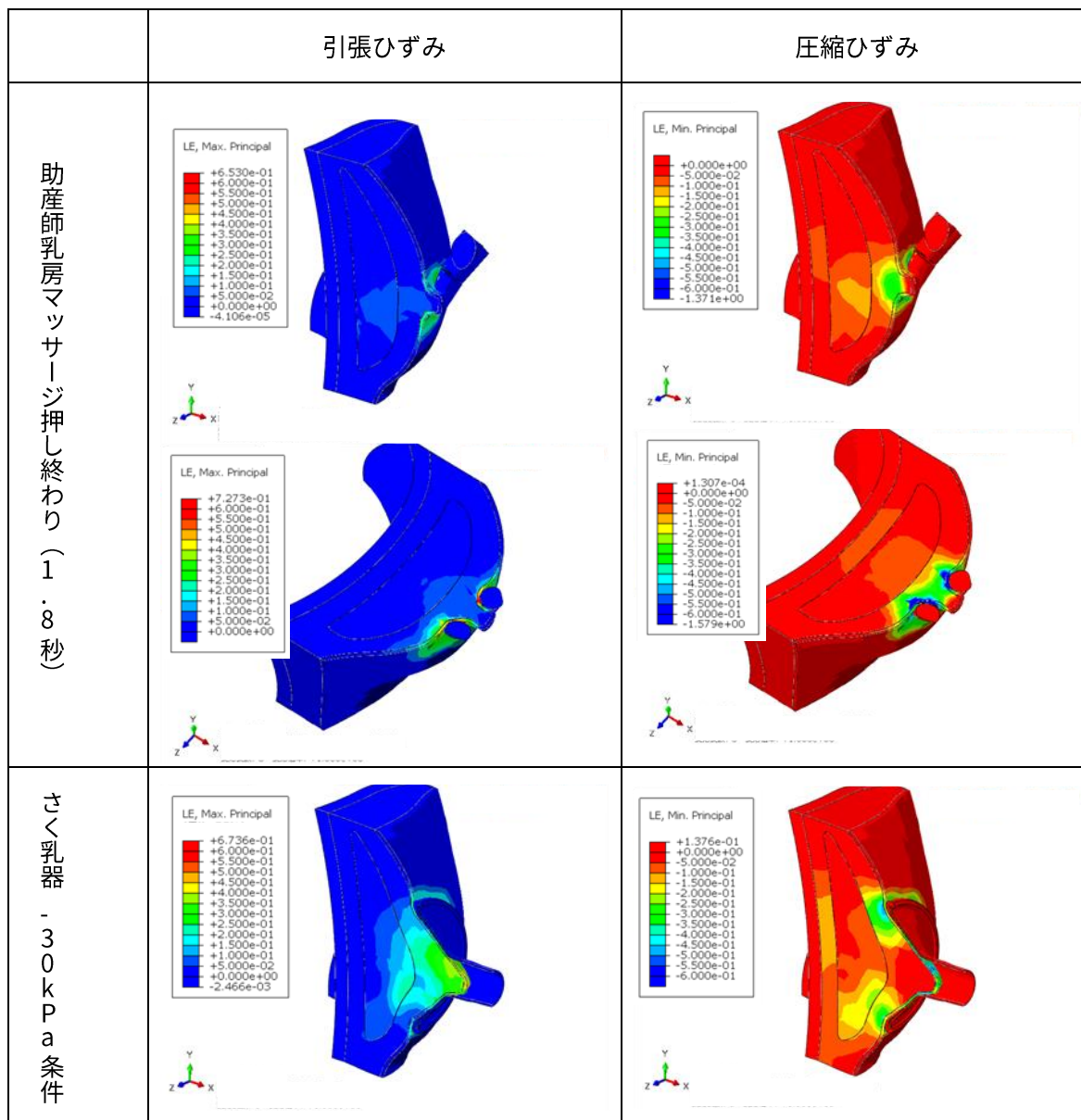


図 1. 乳房マッサージおよびさく乳器による乳房の引張、圧縮ひずみ状態 (本文 Fig.4、Fig.7 より抜粋)

<考察>

本研究は、助産師が行う乳房マッサージやさく乳器が乳房全体に与える力学的作用を明らかにした初めての研究です。シミュレーションの結果により、乳房マッサージでは、母親の乳頭に沿って深部まで圧縮が加わることが明らかとなりました。また、手指で局所的に圧縮荷重を掛けると、乳房の内部組織に対して圧縮方向と直行する方向に引張作用が及んでいることが明らかになりました。一方、さく乳器は、さく乳口の内部に位置する乳房全体に力学的作用が発生するという特徴がありました。さく乳口の形状によって乳房が押さえられることで、表層部は乳房表面に対して垂直方向の圧縮作用、内部は引張作用が生じていました。また、吸引圧を上げた場合、表層部の引張作用および圧縮作用は増加するにも関わらず、内部の引張作用は大きく変化しないことが分かり、より強い吸引圧をかけても母乳が排出される訳ではないという可能性を裏付けるものでした。その他、さく乳口と乳房の摩擦や必要以上に高い吸引圧が乳房の痛みや不快感の原因となる可能性が示されました。

乳房マッサージとさく乳器の共通点は、乳管が存在する乳頭直下部に引張か圧縮のいずれかが作用していることでした。いずれの方法でも乳管が通る方向に対してはその直行方向に圧縮が起きていると推測され、この力学的作用が母乳の排出に関与している可能性が示唆されました。

■当社コメント

授乳に関しては赤ちゃんの入院や、母親の職場復帰などさまざまな状況やライフスタイルにより、直接授乳が難しい場合があります。しかし、直接授乳することが難しい状況でも、さく乳をすることによって母乳分泌を維持し、さく乳した母乳を赤ちゃんに届けることで母乳育児を継続することができます。ピジョンは、母乳が出るメカニズムについての研究を重ねることで、さく乳器の研究開発や母乳育児支援に繋がる情報提供に活用していきたいと考えています。

■株式会社構造計画研究所のコメント

本研究では有限要素法を用いたシミュレーション部分を主に担当しました。構造計画研究所では、さまざまな構造物のシミュレーションを実施し製品開発や設計支援を行っていますが、人体に関するシミュレーションでは物性値を決定することが難しくなります。今回は、乳房模型を用いた荷重試験を行うことによりその物性値の同定を行いました。今後、より人体に近い物性値を用いたモデル化、および流体と構造の連成解析など、さらに詳細なシミュレーション技術を適用して、さく乳、哺乳に関する研究に貢献していきたいと考えています。

<株式会社構造計画研究所 会社情報>

構造計画研究所は、工学知を用いて社会の諸問題の解決に挑む技術コンサルティングファームです。1956年に構造設計事務所として創業して以来、「大学、研究機関と実業界をブリッジする Professional Design & Engineering Firm」として、建設・防災、情報・通信、製造分野や意思決定支援など多様な領域に事業を拡げてきました。工学知をベースにしたエンジニアリングコンサルティングおよびプロダクツサービスの提供を通じて、複雑化する社会課題の解決に日々取り組んでいます。

会社 Web サイト：<https://www.kke.co.jp/>

【掲載論文情報】

論文タイトル：Mechanical effects of a midwife massage and breast pumps on breasts

著者：Yukifumi Ochiai¹⁾, Chihiro Kishi¹⁾, Yoko Idei¹⁾ and Naoki Sahashi²⁾

所属：

1)Pigeon Corporation

2)Kozo Keikaku Engineering Inc.

論文のリンク：https://doi.org/10.24462/jnse.10.0_157

掲載誌：「看護理工学会誌」10巻 p.157-167（公開日 2023年6月30日）