

課題名 (タイトル) :

人体モデルを用いたマットレス・生体組織変形のシミュレーション

利用者氏名 : 船井 孝

所属 : 和光研究所 基幹研究所 先端計算科学研究領域 システム計算生物学研究グループ
生体力学シミュレーション研究チーム

1. 本課題の研究の背景、目的

生体力学シミュレーションの技術は、これからの高齢化社会における製品開発で、身体にかかる負担をシミュレーションで予測できる有効な手法であり、静岡県工業技術研究所では平成 17 年度より研究を行っている。平成 18~20 年度には静岡県工業技術研究所と理化学研究所が共同で身体組織の物性値データベースを構築し、生体力学シミュレーションを実施する環境を整えてきた。平成 21 年度からは、これまでの研究成果を製品開発に応用するための研究と位置付け、生体力学シミュレーションに基づいたマットレス開発について 2 年間の研究を計画している。

平成 20 年度までの研究で、マットレスと既存の人体形状モデルを使った力学的シミュレーションが実施可能なことは確認されている¹⁾。しかし、シミュレーション結果と実測値の比較が行われていないことから、得られる結果の信頼性が担保されていないという問題があり、製品開発に利用するにはリスクが大きい。本研究では、実測値とシミュレーション結果の比較を行い、信頼性の高いシミュレーションを行うための条件を明らかにする。平成 21 年度には、シミュレーション結果と比較するためのデータとして、人がマットレスに寝た状態のマットレスの変形量を定量的に取得するための手法を検討した。

2. マットレスの変形量測定方法の検討

2. 1 測定方法

マットレスは人が寝ることで複雑に変形する。マットレスの開発に必要なのは、マットレスと人体が接している面の圧力と変形量であるが、この面は人体の下側であるために、直接変形量を測定するのは困難である。本研究では、マットレスに MRI で撮影可能なシート (以下造影シート) を挟み込み、人が寝た状態で MRI 撮影を行い、マットレスと人体の変形量を同時

に取得し、数値化することを検討した。

2. 2 造影シートの素材検討

マットレスの主成分はウレタンであり、MRI ではマットレスからの信号が検出できない。マットレスの変形量を MRI で取得するための造影シートは MRI での信号強度が強く、ウレタンの表面に塗布できる素材である必要がある。予備実験の結果、準備した素材の中ではサンプル 2 のゲルが最も適していることが分かった (図 1)。

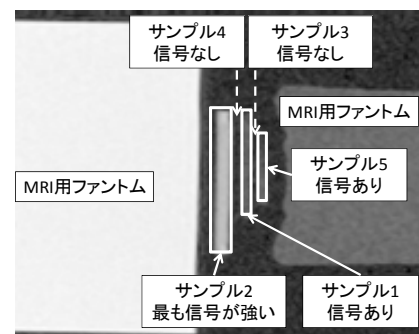
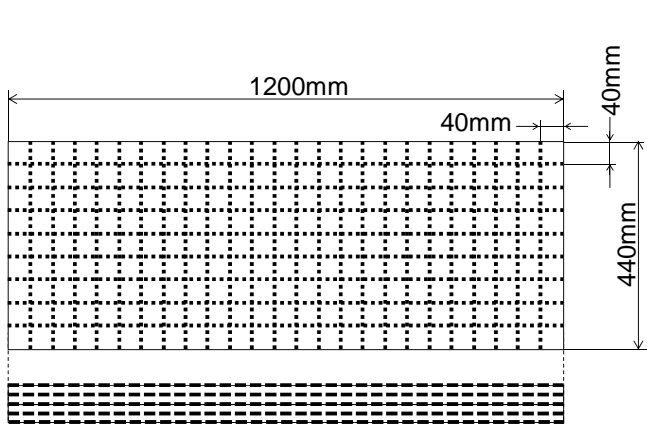


図 1 素材の検討

2. 3 撮影用のマットレス作成

2. 2 節で明らかにした素材を使って撮影用のマットレスを作成した。マットレスの変形に影響を与えないように図 2 に示すように格子状に 5 層の造影シートを塗布した。作成したマットレスの MRI 画像を図 3 に示す。挟んだ造影シートが画像に明確に現れ、ファントムの重量で圧子がマットレスを変形させている状態を見ることができる。



造影シート: 破線で示す格子状の物を5断面に塗布

図2 撮影用マットレス

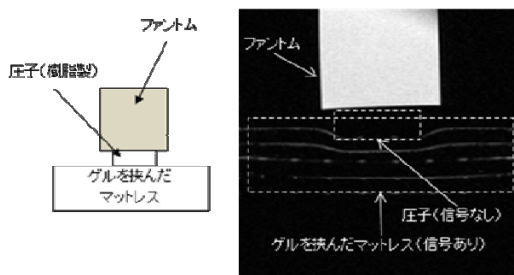


図3 撮影用マットレスのMRI画像

3. 変形量の数値化

作成したマットレスを用い、人がマットレスに寝た状態のMRI撮影を行った。Transverse (図4)、Sagittal (図6) の方向からそれぞれ撮影を行い、MRIに映った像の画素当たりの長さからマットレスの変形量を数値化した(図5、7)。

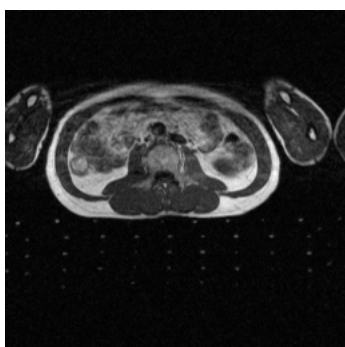


図4 Transverse PlaneでのMRI画像

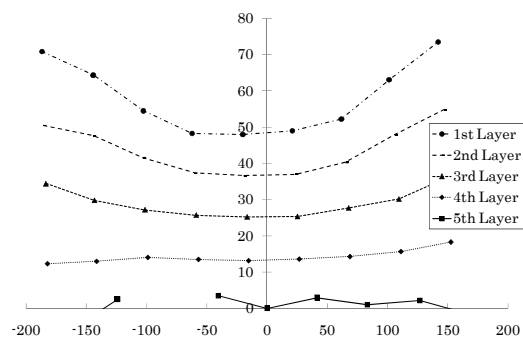


図5 Transverse Planeでの断面変形量

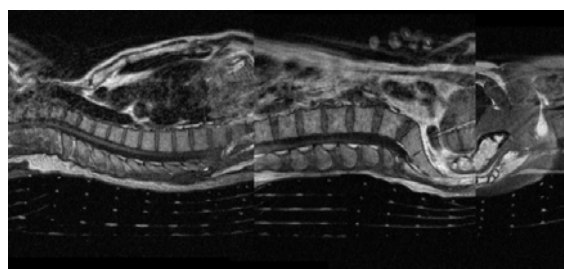


図6 Sagittal Planeでの画像

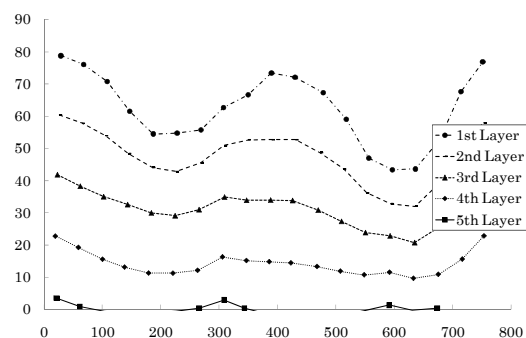


図7 Sagittal Planeでの断面変形量

4. まとめ

生体力学シミュレーションと比較するためのデータとして、マットレスの変形量取得方法の検討を行った。造影シートの素材にゲルを使うことでマットレスの変形をMRIでとらえることが可能となり、その画像から変形量を数値化することが可能となった。

5. 今後の計画・展望

平成22年度には、人がマットレスに寝た状態を再現するシミュレーションを実施し、本研究で取得したマットレス変形量と比較することで信頼性の高いシミュレーションが実施できるシミュレーション条件を検討する。

6. これまでの状況

マットレスの変形量の定量的取得は研究途中で追加された項目であり、年度当初には予定されていなかった。実施項目が追加された都合で当初予定していたシミュレーション実施に至らなかったため、RICCのANSYSによるシミュレーションは平成22年度に実施する予定である。

7. 利用研究成果が無かった場合の理由

人がマットレスに寝た状態の変形量の定量的な測定はこれまで行われておらず、その手法を検討する必要があったため予定していたシミュレーション実施にまで至らなかった。平成21年度に変形量取得は完了したため、平成22年度にシミュレーションを実施し、シミュレーション条件の検討を行う予定である。

1) 船井他、“生体組織の物性値データベース構築とその応用事例,”理研シンポジウム生体シミュレーション研究, pp.40-48 (2009)

