

FEMによる人足の 応力・ひずみ解析



目的

FEMで足の圧力分布を解析する
ことでFEMを理解する



理論

・有限要素法

変形に対し無限の自由度をもつ物体を有限の自由度をもつ要素(有限要素)の集合体として近似し、この集合体に対して成立する方程式(連立一時方程式となる)を解く方法



・解析の手順

1. 座標系を決める
2. 解析対象の対象性を考慮して、解析対象の何分の1かを取り上げる
3. 要素に分割する
4. 節点番号を付ける
5. 要素番号を付ける
6. 拘束条件を考える
7. 荷重条件を考える



方法

1. 足の形状の作成
2. 形状の分割とメッシュ分け
3. 弾性係数、ポアソン比を材質ごとに入力
4. 拘束条件、荷重条件の設定
5. パソコンにより計算
6. 応力分布、ひずみ分布を出力



結果

ヤング率とポアソン比

骨 $E=1.6 \times 10^{10}$ [Pa]

$=0.3$ [-]

肉 $E=7.0 \times 10^8$ [Pa]

$=0.3$ [-]

関節 $E=1.0 \times 10^6$ [Pa]

$=0.3$ [-]

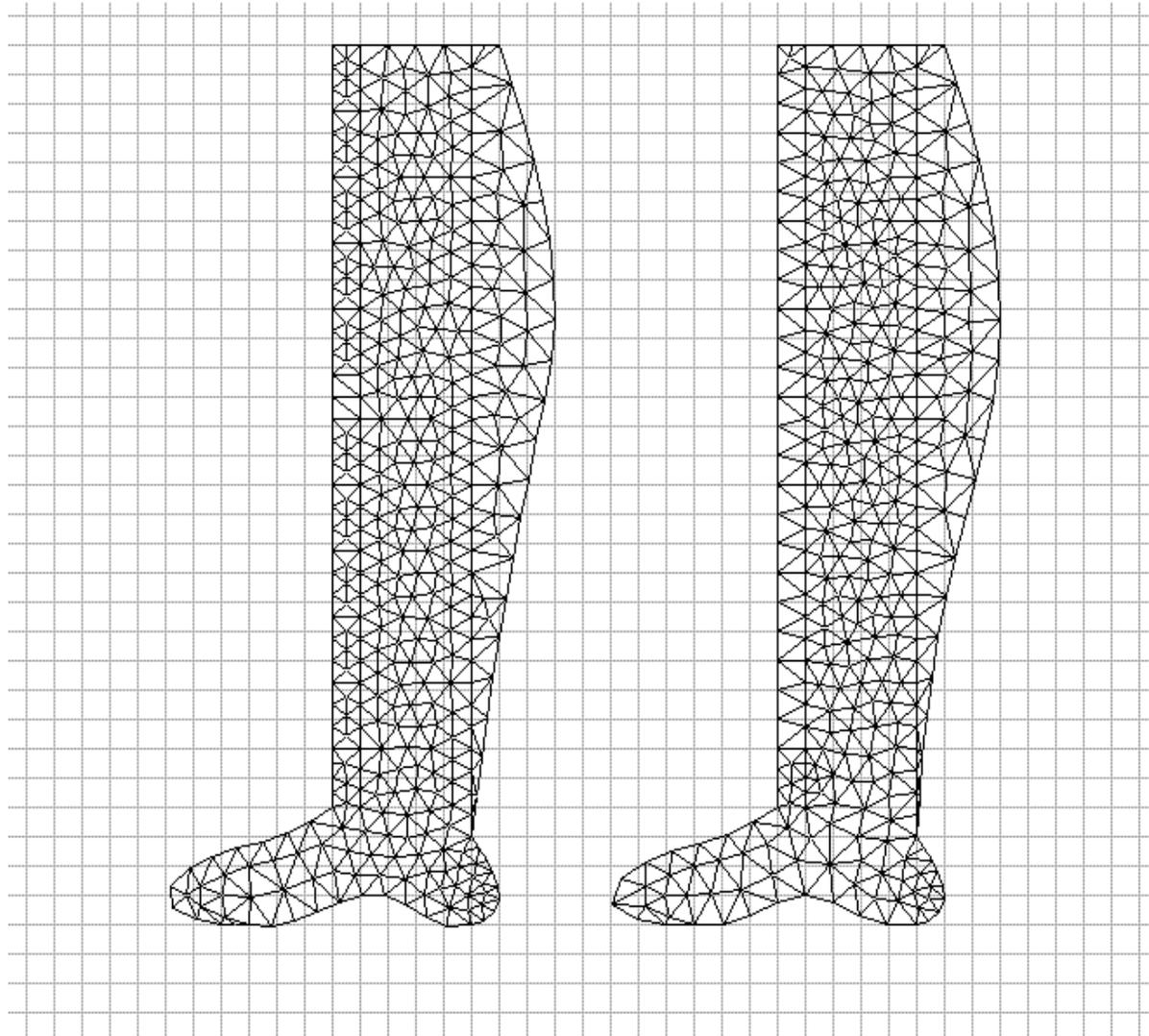
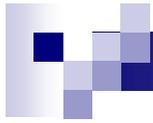


図1 足の形状のメッシュ分け

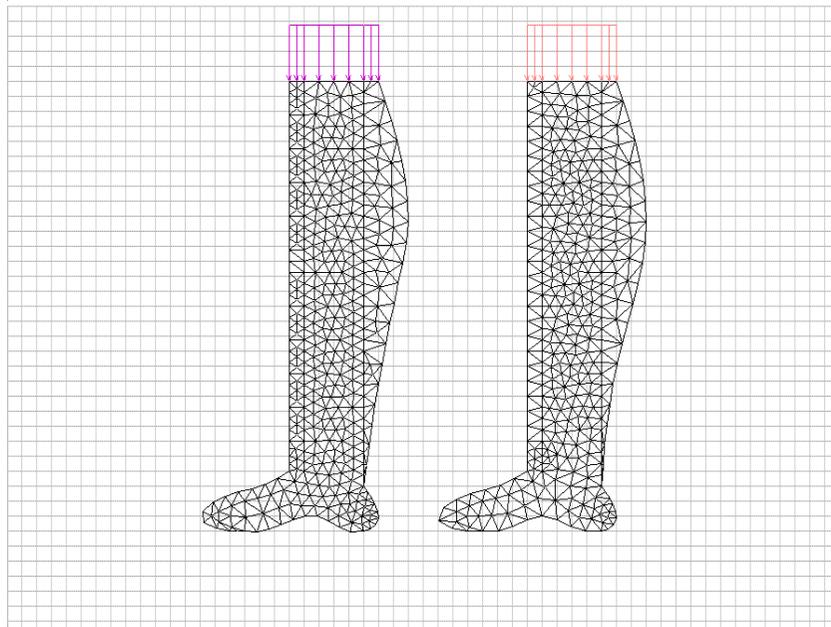
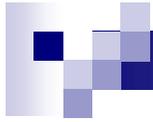


图2 等分布荷重

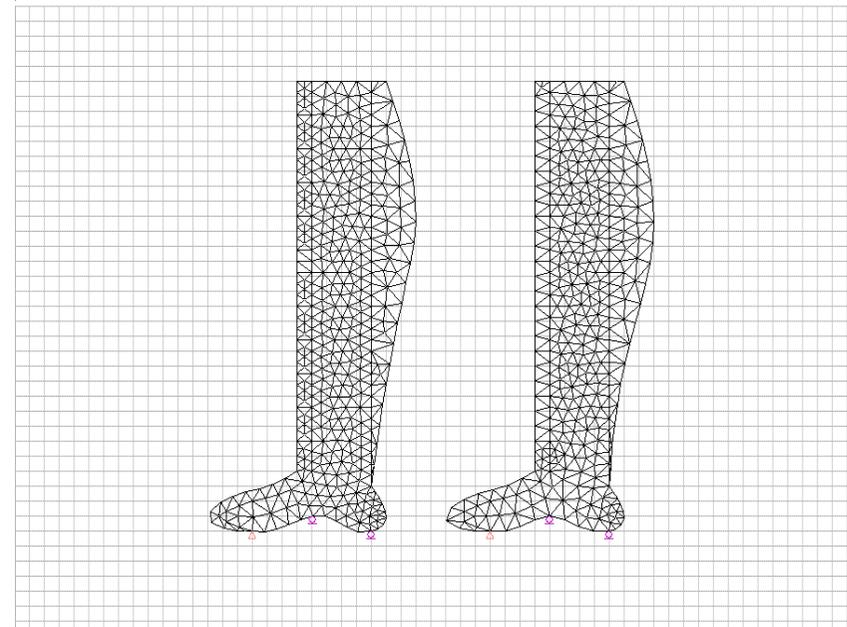
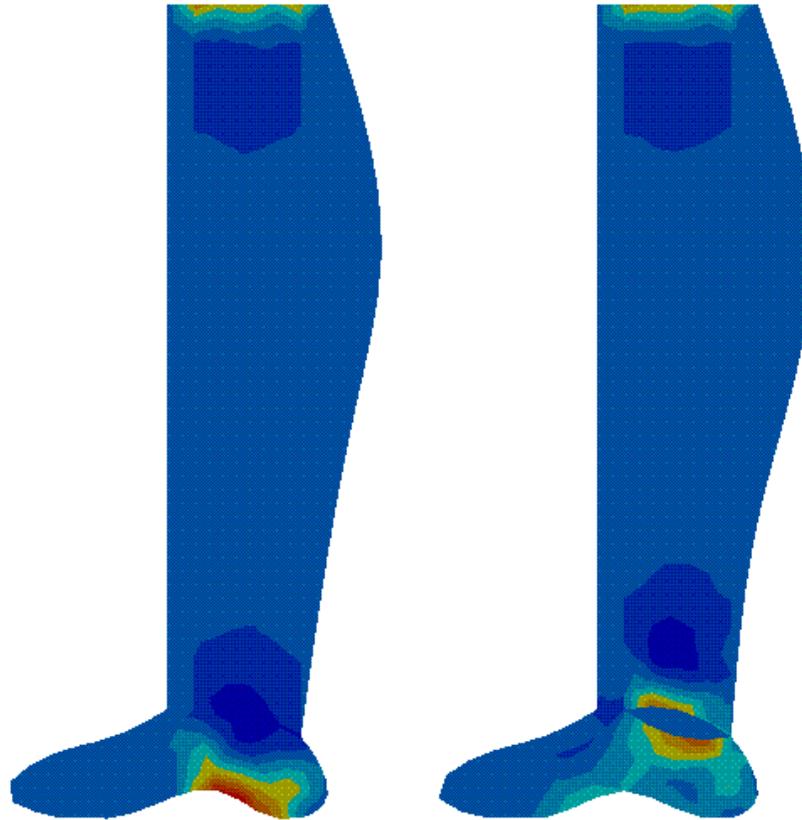
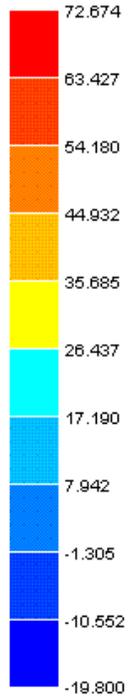


图3 支持点

Contour:Princ Stress 1



関節なし
最大引っ張り応力
=72.674[Pa]
最大圧縮応力
=-16.101[Pa]

関節あり
最大引っ張り応力
=53.948[Pa]
最大圧縮応力
=-19.800[Pa]

図4 等分布荷重がかかるときの主応力

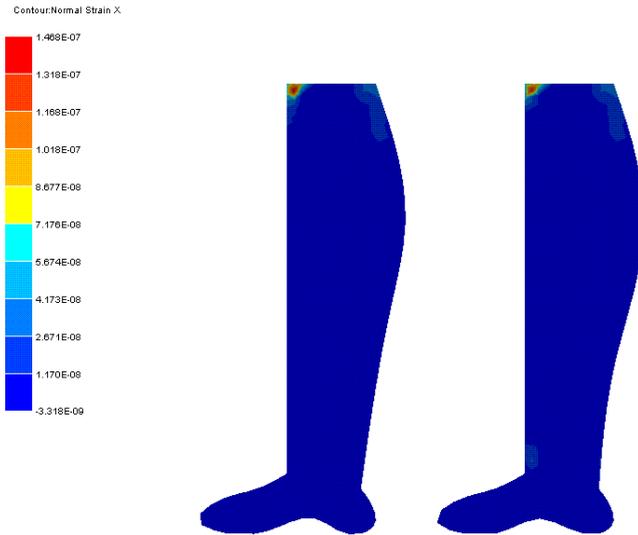
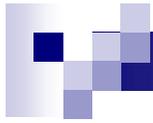


図5 等分布荷重がかかる
ときのX方向のせん断
ひずみ

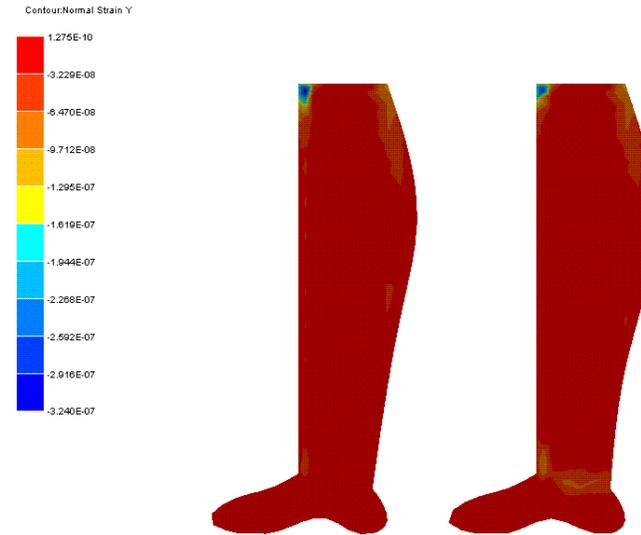


図6 等分布荷重がかかる
ときのY方向のせん断
ひずみ

Contour:Shear Strain XY

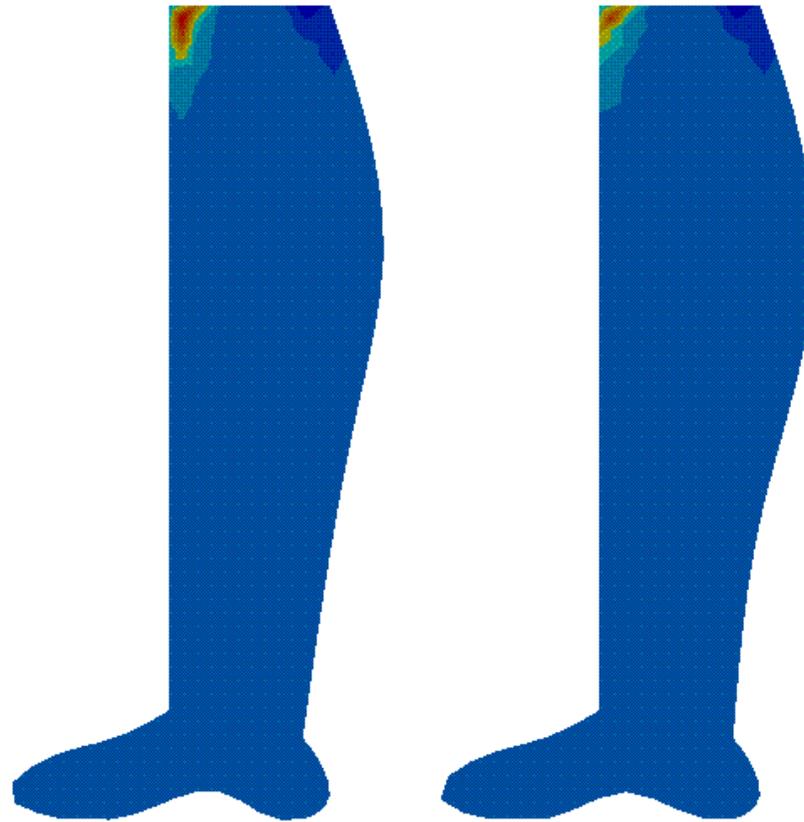
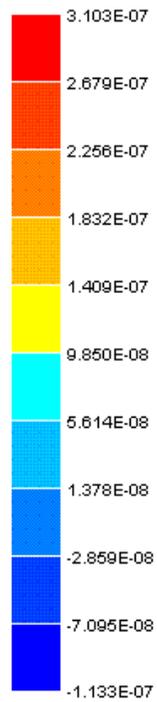


図7 等分布荷重がかかるときのXY方向のせん断ひずみ

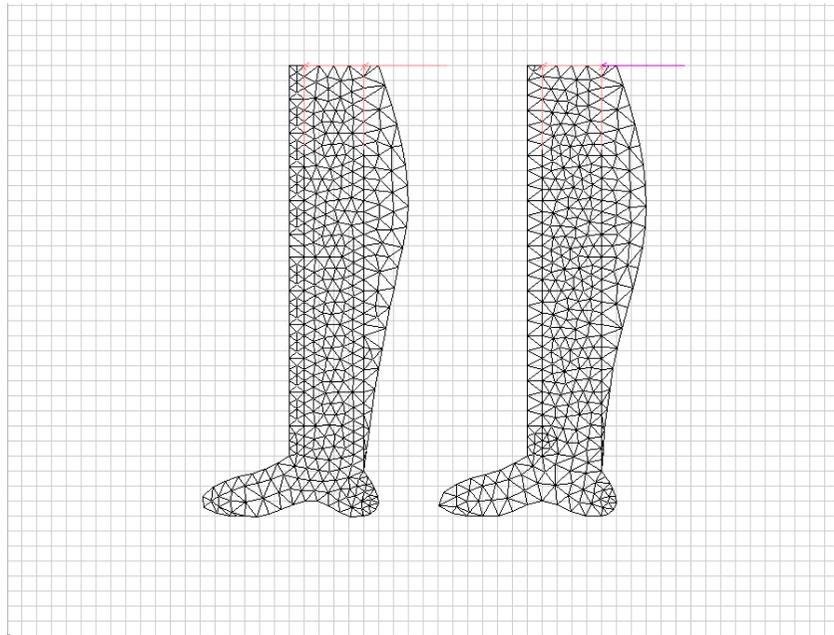
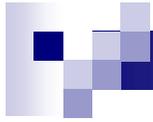


図8 歩きだしの力

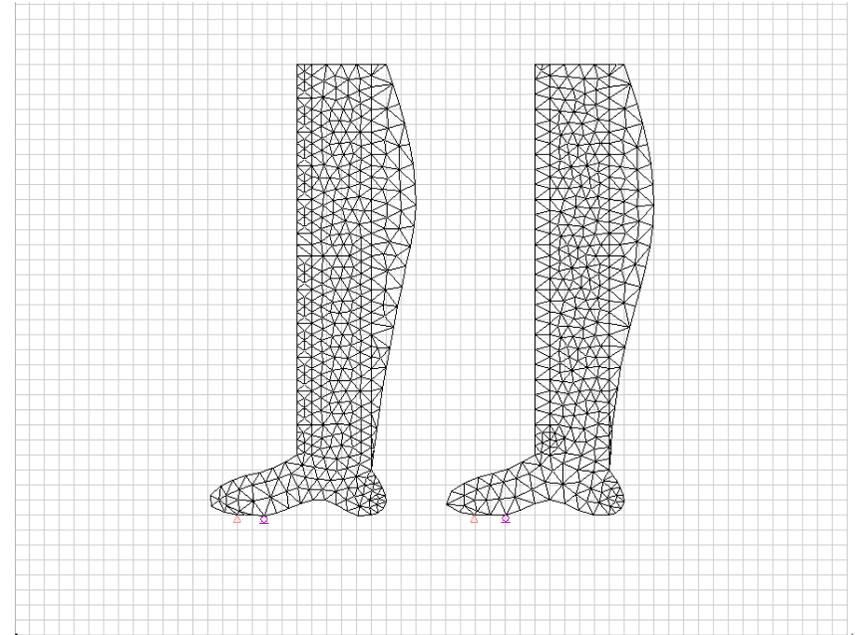
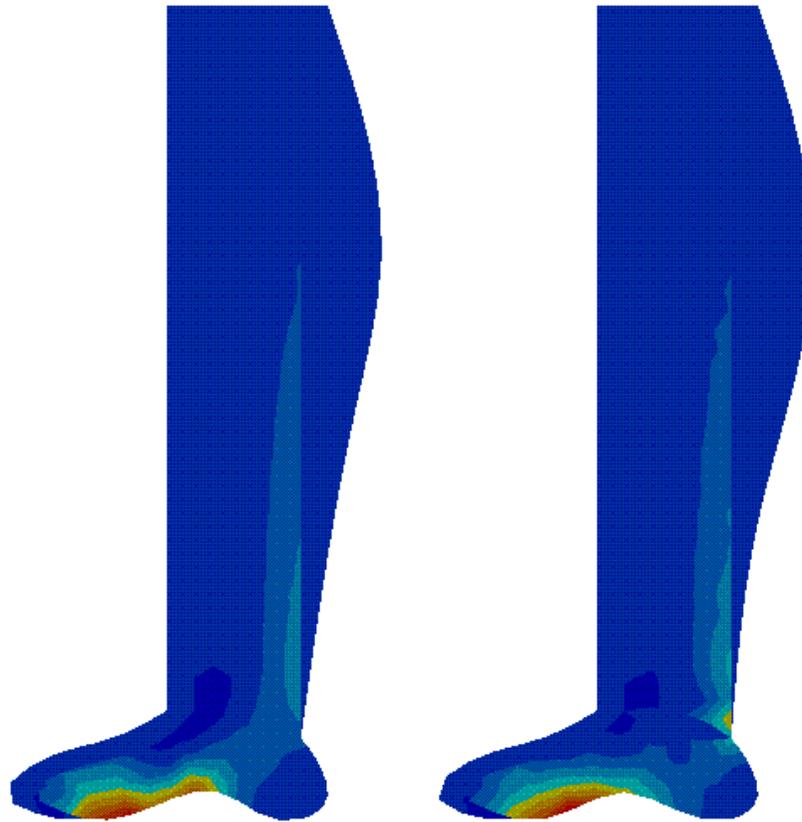


図9 支持点

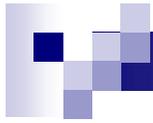
Contour:Princ Stress 1



関節なし
最大引っ張り応力
=3028.735[Pa]
最大圧縮応力
=-319.486[Pa]

関節あり
最大引っ張り応力
=3259.358[Pa]
最大圧縮応力
=-420.947[Pa]

図10 歩きだしの力がかかるときの主応力



ContourNormal Strain X

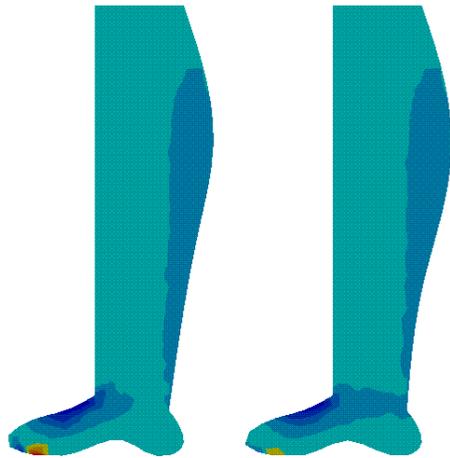


図11 歩きだしの力がかかる
ときのX方向のせん断
ひずみ

ContourNormal Strain Y

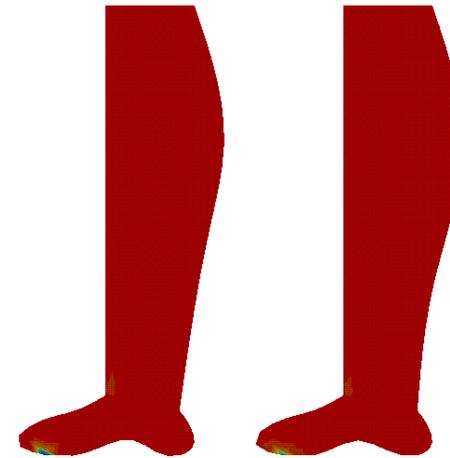


図12 歩きだしの力がかかる
ときのY方向のせん断
ひずみ



Contour:Shear Strain XY

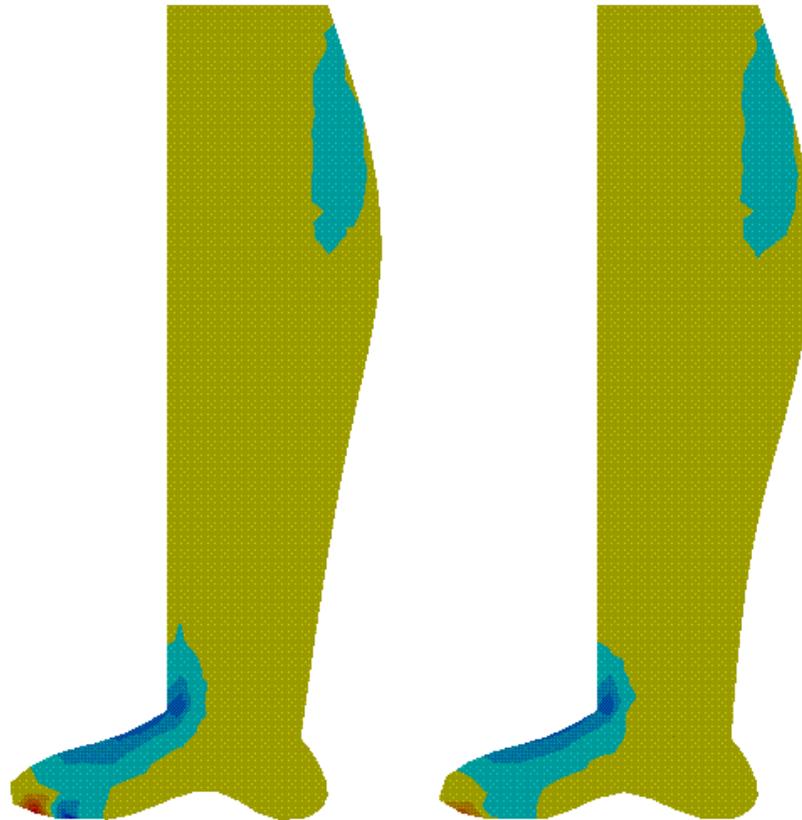
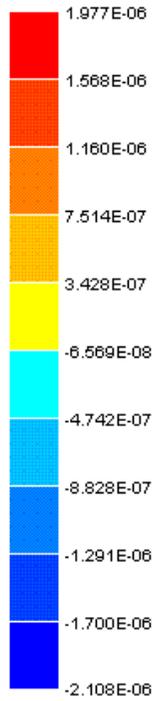


図13 歩きだしの力がかかるときのXY方向のせん断ひずみ



考察

- 応力・ひずみ分布について
 - 等分布加重の関節あり・なしの検討
 - 歩くときの関節あり・なしの検討



結論

- 足、骨の形状の精度
- 関節の作り方
- 境界条件の設定
- 3次元での解析