

プロジェクト名(タイトル):

大変形と組織成長を伴う生体組織の連続体力学を用いた定式化と数値解析手法の開発

利用者氏名: ○木田 直樹

理研における所属研究室名: 発生幾何研究チーム

1. 本プロジェクトの研究の背景、目的、関係するプロジェクトとの関係

背景: 生物の器官形成過程において, 各種臓器を最終的な形状に導くさまざまな因子のうち, 幾何学的因子もそれらのうちの1つと考えられている.

目的: 幾何学的因子として, 主(曲率)方向を仮定し, 発生過程にある中枢神経系を例として, 主方向に能動的に変形(active deformation)する力学モデルを仮定し, 有限要素シミュレーションをおこなった.

2. 具体的な利用内容、計算方法

計算は大きく次のA, B 2つの process からなる.

A. 幾何学的因子である主曲率・主方向の計算.

主曲率・主方向は以下のように計算.

- 1). 曲率を計算する点Pの近傍点たちを選ぶ.
- 2). 点Pの近傍を多項式曲面(2次曲面)で最小2乗近似.
- 3). 近似曲面の第1基本量と第2基本量を解析的に計算.
- 4). 基本量から作られる形状作用素の2次元固有値問題を解く.

B. 器官形成の数値シミュレーション. 以前に開発した有限要素法シミュレーション (inhouse research code) を使用.

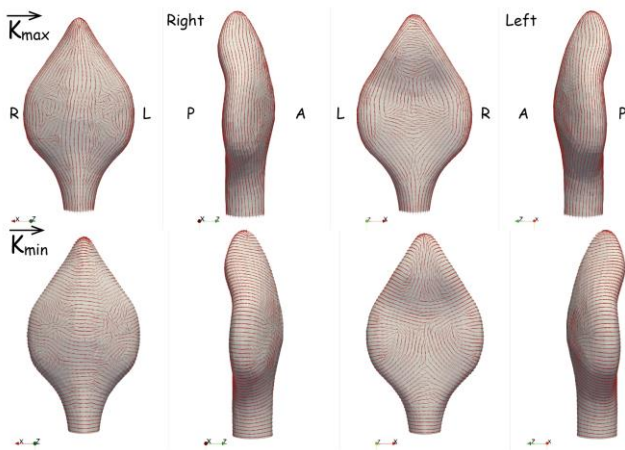


Fig. 1. 上段:最大主方向. 下段:最小主方向. 曲面の法線ベクトルは内->外向きを正の方向としている.

3. 結果

発生途上にあるニワトリ神経管 (SS6) の, 主方向の分布 Fig.1 に示す. (計算 process A)

主方向に active deformation する力学モデルを用いて, 器官形成過程を有限要素シミュレーションした結果を Fig. 2, 3 に示す. (計算 process B)

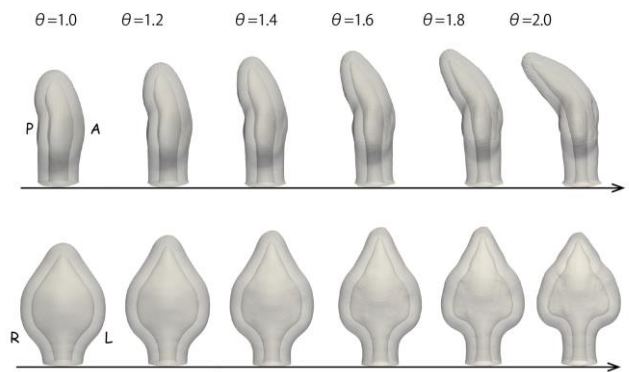


Fig. 2. 最大主方向に伸長し, 最小主方向に収縮する力学モデルの有限要素シミュレーション結果.

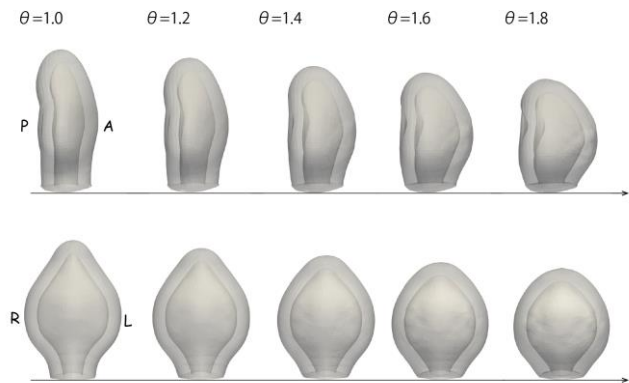


Fig. 3. 最小主方向に伸長し, 最大主方向に収縮する力学モデルの有限要素シミュレーション結果.

4. まとめ・今後の計画・展望

「初期発生脳は左右に延伸する」という発生過程を再現することができなかった. 器官形成時の力学モデルの再検討が必要と考える.

5. 利用がなかった場合の理由

計算量が大规模でなくスパコンを利用する必要がなかった.

2021年度 利用研究成果リスト

【雑誌に受理された論文】

該当なし

【会議の予稿集】

該当なし

【口頭発表】

該当なし

【ポスター発表】

該当なし

【その他(著書、プレスリリースなど)】

該当なし