

課題番号: LR017
助成額: 161 百万円

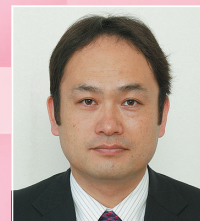
ライフ・イノベーション

理工系

平成 23 年 2 月 10 日
～平成 26 年 3 月 31 日

生体システムの構造・機能適応ダイナミクスの力学的理解

安達 泰治 京都大学再生医科学研究所 教授
Tajji Adachi



専門分野

バイオメカニクス

キーワード

医用生体工学／機械材料・材料力学／ナノバイオサイエンス／
生物物理学／計算力学／メカノバイオロジー／機能的適応

WEB ページ

<http://www.frontier.kyoto-u.ac.jp/bf05/>

研究背景

骨は、常に力の影響を受けており、力学的な環境の変化に対してその構造と機能を変化させる。例えば、長期間、病気で寝たきりになると、骨は吸収され細く弱くなる。このように、ヒトの体は、力の変化に応じてその形や特性を機能的に適応変化させることが知られている。しかしながら、その詳細な機構は明らかではない。

研究目的

本研究は、生体が、細胞・分子レベルでどのように力を感じ取り、器官・組織レベルでどのように形や特性を機能的に変化させるかについて、細胞・分子レベルの実験と器官・組織レベルの計算機シミュレーションにより明らかにする。特に、それらの仕組みについて、生物・医学だけではなく、力学を用いて研究を進める。

実績

代表論文：
Biomechanics and Modeling in Mechanobiology,
13(4), 851-860, (2014)

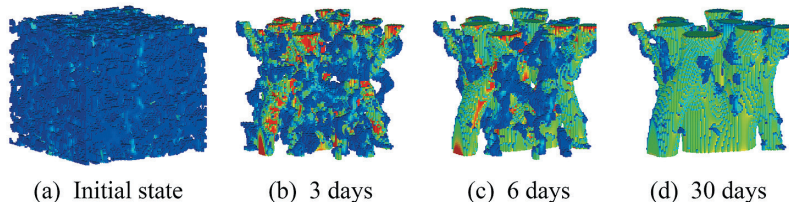
研究成果

海綿骨の適応的形態変化の数理モデル構築

骨基質の中に埋没して存在する骨細胞（メカノセンサー細胞）の力学刺激感知と細胞間コミュニケーションが、骨のリモデリングによる機能適応過程において重要な役割を果たすことを、数理モデリングと計算機シミュレーションを通じて明らかにした。

力の作用により骨基質内の骨細管内において間質液の流れが生じ、これが骨細胞の細胞突起において力学刺激として骨細胞により感知されると仮定した。さらに、感知された力学刺激情報は、細胞間ネットワークを介して、骨梁の表面に存在する破骨細胞・骨芽細胞に伝達され、骨リモデリング活動を調節すると仮定した。

間質液の流れを考慮することにより、骨に作用する荷重の大きさのみならず、荷重速度や周波数の影響を考慮することが可能となった。また、このモデルを海綿骨の有限要素モデルに適用し、リモデリングの結果として達成される間質液の圧力分布や骨基質の応力分布について評価し、構造・機能の観点から骨の力学的な構造最適性を明らかにした。



骨細胞のメカノセンシングと細胞間コミュニケーションを考慮した骨梁リモデリングシミュレーションにより予測される海綿骨の形態変化

2030年の 応用展開

現在、骨細胞間の生化学的シグナリングを考慮した数理モデルへの展開を進めている。近年、骨代謝に関連した様々なシグナリング分子をターゲットとした骨粗しょう症予防・治療

薬の開発が進められているが、それらの効果を定量的評価のみならず骨の形態・機能の観点から評価することにより、創薬分野への応用が期待される。