

課題名(タイトル):

上皮細胞組織のダイナミクスにおける生体ゆらぎの効果の理論的検証

利用者氏名:

○山本 尚貴

理研における所属研究室名:

生命機能科学研究センター フィジカルバイオロジー研究チーム

1. 本課題の研究の背景、目的、関係するプロジェクトとの関係

上皮組織は、柱状の上皮細胞が隙間なく接着して形成する単層の細胞層であり、多細胞生物の発生・成長過程で動的に運動することで、その機能を果たす。そのため、上皮組織のダイナミクスの解明は、生物学の重要な課題である。一方、物理的観点からも上皮組織が興味深い性質を示すことが、上皮組織の理論モデルであるバーテックスモデルを用いて示されている。バーテックスモデルでは、細胞を多角形で表し、細胞の変形や運動をバーテックス(頂点)のダイナミクスで記述する。そして、モデルのパラメーターを変化させると、上皮組織の力学的な性質が変化し、固体相から液体相へと転移することが理論的に予言されている [D. Bi, et al., *Nat. Phys.*, **11**, 1074 (2015)]。この転移は、統計量の分布が、ジャミング・ガラス転移で見られる分布に似ていることから、その関連が議論され、統計物理学の分野で注目を浴びている。

一方で、実際の上皮細胞の実験系では、モデルでは考慮されていない細胞分裂や、細胞に内在するゆらぎなどの摂動が存在しているため、既存の理論予測が成り立たない、もしくは、生体由来のゆらぎによる新規なダイナミクスが出現する可能性が期待される。本課題では、実験で観察されてきている生体由来のゆらぎが、上皮組織の動的な性質にどのように影響を与えるか、を明らかにすることを研究目的とした。具体的には、上皮組織の理論モデルであるバーテックスモデルに、細胞の張力のゆらぎを導入し、数値計算を行った。

2. 具体的な利用内容、計算方法

バーテックスモデルの数値計算には C++で記述したプログラムを利用した。具体的には、オイラー法を用いて、バーテックスモデルの時間発展の計算を行った。

3. 結果

上皮組織の力学的性質や、張力ゆらぎを制御するモデルパラメータを変化させたときの上皮組織のダイナミクスについて数値計算を行い、細胞のダイナミクスを定量することができた。

4. まとめ

本課題では、細胞の張力ゆらぎが、上皮組織のダイナミクスにどのように影響を与えるかを明らかにした。

5. 今後の計画・展望

今後は、本研究で得られた、張力ゆらぎが細胞のダイナミクスに与える影響を説明する物理モデルを構築し、理論的な理解をすすめる。上皮組織のゆらぎは、多細胞生物の発生・成長において重要な役割を果たすと考えられるため、本研究は物理学の観点から生物学に新たな知見を与えると期待される。