

課題名 (タイトル) :

Morphogenesis of multi-cellular organisms

利用者氏名 : 本多 久夫

理研での所属研究室名 : 神戸研究所 発生・再生科学総合研究センター 中核プログラム
形態形成シグナル研究グループ

報告内容

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

多細胞生物の形態形成はこれを構成している細胞の振舞いによってなされる。細胞の振舞いを数理的に記述する方法があれば、数理により形態形成を理解することができる。

組織を構成する細胞を多面体と考えて、すべての多面体の頂点の動きを記述する運動方程式をつくった。これにより細胞の振舞いが数理的に表せる。この運動方程式を数値計算で解くには膨大な計算が必要だが、これをなすことによりこれまでになかったアプローチで形態形成を研究することができる。

2. 具体的な利用内容、計算方法

物理学で Vertex dynamics とよばれる微分方程式を多細胞系に応用した。この運動方程式の解を得るプログラムを Fortran 言語で作り、ricc システムのバッチジョブによって計算する。

3. 結果

前年度に引き続きハエ胚が行う気管形成開始時の上皮陥入を調べた。シミュレーションの初期条件として、角柱細胞 200 個が一層に並んだ上皮シートをつくり、ここに陥入が起こるための細胞の性質を検討しているのだが、これまで通り陥入の中心はそれまでの発生過程により決められているとして、この後、細胞の性質を決める作用が中心から円周状に広がると考えている。細胞の性質としては、これまで(1) 角柱のアピカル面が底面に対して収縮または拡大すること、(2) 細胞が胚内部に移動する動き、および (3) アピカル面の辺のうち、中心に対して接線方向の辺が特に強く収縮し、アーク状構造を形成することの他、新たに(4) 陥入をはじめから細胞が分裂することで陥入がさらに進む事を取り入れた。シミュレーシ

ョン結果の細胞の形の変化を定量的に検討したのだが、陥入そのものは(1)と(2)があれば十分で、(3)および(4)は気管形成の上皮陥入を特徴づけるものであるようだ。

4. まとめ

ハエ胚が行う気管形成開始時の上皮陥入に、これまでの要因以外に細胞分裂を取り入れたシミュレーションを行った。

5. 今後の計画・展望

シミュレーションの結果を実際の観察結果に近づける方策を検討すること、および次項で述べるように、滑らかな曲面そのものをシミュレーションで扱う試みを考えている。

6. RICC の継続利用を希望の場合は、これまで利用した状況 (どの程度研究が進んだか、研究においてどこまで計算出来て、何が出来ていないか) や、継続して利用する際に行う具体的な内容

実際の観察との相違を検討すると、我々の細胞モデルでは隣り合った細胞間の面が平面でなければならないという要請が弱点であることがわかる。いまのモデルを改良して、曲面を持つ細胞の集まりに適用できるようにすることは困難であるが、滑らかな曲面そのものを扱う試みを考えている。将来は曲面を持つ細胞に適用できる可能性がある。

7. 一般利用で演算時間を使い切れなかった理由
簡易利用である。

8. 利用研究成果が無かった場合の理由

平成 23 年度 RICC 利用研究成果リスト

【国際会議、学会などでの口頭発表】

Hisao Honda

“Three-dimensional cell model for tissue morphogenesis”

Cold Spring Harbor Lab. The 2011 Meeting on “Computational Cell Biology”

(Cold Spring Harbor Lab. 3/30, 2011, Poster#28)

Hisao HONDA

“Three-dimensional cell model for tissue morphogenesis”

in Symposium “Progress in the understanding of intracellular signaling networks of molecules”

(The 49th Annual Meeting of the Biophysical Society of Japan,

University of Hyogo, Himeji, 1SF-04, 9/16, 2011)

Hisao Honda and Tatsuzo Nagai

“Three-dimensional cell model for tissue morphogenesis”

17th International Biophysics Congress (China National Convention Center,

Beijing; Poster P1-18, 11/1-2, 2011)