

細胞運動の基本性質に基づく形態形成機構の理解

～実験と理論と融合研究を通して

血管の樹状構造は
どのようにして作られるのか?

単純化された細胞運動の
基本性質に基づいて
生体におけるパターン形成は
どこまで説明できるか?

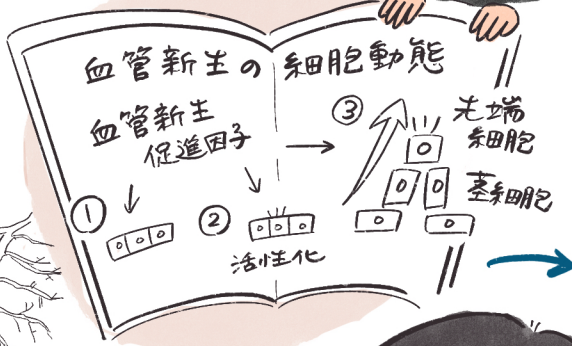


START



?

見よう!



従来の考え方

先端が引ける

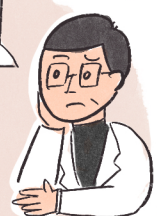
細胞が
ジャンプしたり...
追い越したり...
すれちがったり...
逆向けたり...

血管新生の確率的モデル

うーん
もう一歩...

細胞の速さと
方向に着目

細胞間の相互作用
を知る必要がある



細胞間相互作用に
基づく
力学的離散モデル

$$\frac{dv}{dt} = \frac{1}{m} F$$

シンプルなニュートン力学
の方程式からスタート!

松家モデル

$$X_n^{t+1} = X_n^t + V_n^t$$

$$V_n^{t+1} - V_n^t = -rV_n^t + \sum_{k \neq n} F(X_n^t - X_k^t)$$

斥力

引力

Re

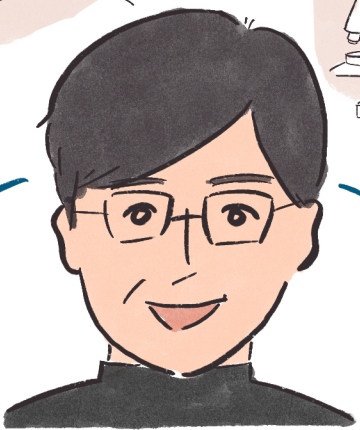
Ra

x



加速度 = 抵抗力 + 細胞間干渉

「細胞間のかは距離に依存する」

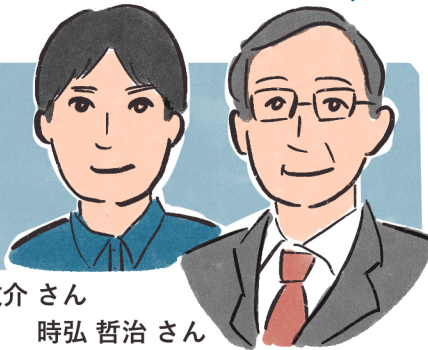


栗原 裕基 さん

東京大学 大学院 医学系研究科

数理学からの
新たなアプローチ

細胞に働く力に基づく
決定論的モデルへ



松家 敬介 さん

時弘 哲治 さん



細胞の運動性
だけでなく
細胞の形状に
依存!

血管内皮細胞特有の
細胞動態が
みえてきた...

並進したり 回転したり...

細胞の楕円近似
による Toy model

松家モデル
を発展!

由良 文孝 さん
公立はこだて未来大学

林 達也 さん
北海道大学

次は
医学系の出番!

細胞間の接着分子
が血管伸長に
与える影響を観察

VEカドヘリン欠損が鍵

数理モデル
(2F)

VEカドヘリン欠損
による細胞動態
の変化が
血管伸長に影響
することを再現!

さらに
楕円体粒子モデル
へ発展

To be Continued...

実験系を
シンプルに
再現
しよう!

シミュレーションおよび
計測データに基づく推定

対向時の引力... 細胞が互いに近づくと加速
逆向時の引力... 細胞がすれちがると減速

対向時の引力... 細胞が互いに近づくと加速
逆向時の引力... 細胞がすれちがると減速