

ライブセルイメージングと深層学習を用いた胚発生過程定量システムの構築

Design and Implementation of a deep learning-based quantification system for embryonic development using live-cell imaging

慶大院理工¹, 慶大理工², 近大生物理工³, 山口東京理科大薬⁴, 東大生産研⁵ (D) 徳岡 雄大¹, 山田 貴大^{1,2}, (P) 増子 大輔³, (D) 池田 善貴³, 広井 賀子^{2,4}, 小林 徹也⁵, 山縣 一夫³, ○ 舟橋 啓^{1,2}

Grad. Sch. of Fund. Sci. and Tech., Keio Univ.¹, Keio Univ.², Kindai Univ.³, Sanyo-Onoda City Univ.⁴, IIS, The Univ. of Tokyo⁵, (D) Yuta Tokuoka¹, Takahiro G. Yamada^{1,2}, (P) Daisuke Mashiko³, (D) Zenki Ikeda³, Noriko F. Hiroi^{2,4}, Tetsuya J Kobayashi⁵, Kazuo Yamagata³, ○ Akira Funahashi^{1,2}

E-mail: funa@bio.keio.ac.jp

近年、顕微鏡技術やイメージング技術の向上に伴い様々なライブセルイメージング技術が確立されたことから、発生過程の時系列3次元蛍光顕微鏡画像の取得が容易となった。そこで発生機構の一端を明らかにすべく、ライブセルイメージングによって取得した初期胚発生における細胞核の時系列3次元蛍光顕微鏡画像から核同定や核の形状を取得することで、染色体分配異常、卵割の同期性、発生速度に関する定量的指標の獲得が試みられている。これら定量的に受精卵の質を評価するシステムの構築により生殖医療への貢献が期待できる。

一方で、深層学習(ディープラーニング)アルゴリズムのひとつである畳み込みニューラルネットワーク(Convolutional Neural Network, CNN)を用いた顕微鏡画像に対する画像解析手法が多数提案されてきている。CNNの最大の特徴は物体認識(核同定・核の形状取得等)の精度のみならず、解析者が気づけない画像中の特徴を自動的に提示することが可能な点にある。例えば発生過程における画像認識において核と極体を区別することは困難なタスクであるが、CNNを使用することで上記問題点を解決できる可能性がある。

われわれは時系列に取得されたマウス初期胚の多次元細胞核画像情報を元に、発生中の胚で最大で53個の核の同定および核の形状取得を行う画像解析アルゴリズムを提案し、マウス発生過程における正確な定量的指標の獲得を進めている。さらに、当アルゴリズムは深層学習を用いることで極体を除いて核のみを認識することに成功している。今回は現在開発を進めている画像解析アルゴリズム QCANet、及び QCANet による核同定結果について紹介したい。