

数学と情報科学で解き明かす多様な対象の数理構造と活用  
2020 年度採択研究者

2020 年度 年次報告書
------------------

井元 佑介

京都大学高等研究院  
特定助教

多重解像度の細胞分化構造解析システムの確立

## § 1. 研究成果の概要

本研究は、細胞集団から単一細胞レベルの多重解像度の数理構造をシングルセル遺伝子発現データから抽出する解析システムの開発およびその数理基盤を確立し、細胞分化の原理の解明やその理解に基づく再生医療などへの臨床応用を目指すものである。

研究初年度は解析システムの根幹的な技術となるノイズ削減法の数学解析、さらに細胞集団解像度の細胞分化構造を抽出するための位相的データ解析手法 Mapper の拡張を行った。

ノイズ削減法の数学解析においては、ノイズ削減データの統計的誤差評価のようないくらかの数学的定理を示した。また、その生物学的検証においては、ヒトの幹細胞から始原生殖細胞への細胞分化誘導実験データやマウスの原腸形成の細胞分化データに対して本手法を適用し、検出細胞の数%以下しか存在しない希少細胞種を分類することができた。

Mapper の拡張手法は入力の特集集合に対応するベクトル場を追加入力として、ベクトル場を Mapper グラフの辺に射影することで辺の向きを決定する手法である。シングルセル遺伝子発現データに関しては、シングルセル遺伝子発現データからそのベクトル場を推定する手法(RNA velocity)を応用することで、Mapper の辺の向き、つまり、細胞分化の向きを推定することができる。

本研究期間においては Mapper の拡張手法の開発、実装、および生物種競争系などの例題による検証を実施した。