

## 機械学習による細胞動態解析

### Predicting the future direction of cell movement with convolutional neural networks

慶大院理工<sup>1</sup>, 慶大理工<sup>2</sup>, 山口東京理科大薬<sup>3</sup> 西本 勝利<sup>1</sup>, (D) 徳岡 雄大<sup>1</sup>, (D) 山田 貴大<sup>1,2</sup>,  
 広井 賀子<sup>2,3</sup>, ○ 舟橋 啓<sup>1,2</sup>

Grad. Sch. of Fund. Sci. and Tech., Keio Univ.<sup>1</sup>, Keio Univ.<sup>2</sup>, Sanyo-Onoda City Univ.<sup>3</sup>, Shori  
 Nishimoto<sup>1</sup>, (D) Yuta Tokuoka<sup>1</sup>, (D) Takahiro G. Yamada<sup>1,2</sup>, Noriko F. Hiroi<sup>2,3</sup>, ○ Akira  
 Funahashi<sup>1,2</sup>

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

近年、顕微鏡画像解析の様々な問題に畳み込みニューラルネットワーク (Convolutional Neural Network, CNN) が適用され、特に細胞分類において目覚ましい成果を挙げている。これらの適用事例は与えられた細胞の顕微鏡画像から現在の細胞の状態を推定するものに限られている。一方で、ダイナミックに形状を変化させる細胞において、現在・過去の細胞形状が未来の細胞の運命に影響することが報告されている。そこで本研究では、細胞形状が未来の運命に影響し得るモデルシステムとして細胞遊走に着目し、ある時刻の細胞の顕微鏡画像からその移動方向を CNN を用いて高精度に予測できることを示した [1]。

本研究に限らず、多くの先行研究にて画像解析に深層学習を用いることで既存の画像解析アルゴリズムを大きく上回る精度を達成している。一方で、深層学習で用いるネットワーク構造は複雑を極めるため、高精度が担保されている理由が明確でなく、正しい判断の下で判別が行われているか不明なことが多い。これに対して、近年では学習に寄与した画像上の特徴を可視化することで「なぜ学習が上手く進んだのか」という説明が可能となってきた [2, 3]。

そこで本研究では CNN により学習された特徴を可視化することにより、細胞遊走の移動方向を予測する判断根拠となった形態的特徴を明らかにした。その結果、CNN は細胞遊走における生物学的な根拠として報告されている細胞突起及び細胞後縁部の形態的特徴に基づく未来予測を行っていることが明らかとなった。本研究の成果は、現在の細胞の顕微鏡画像から未来の状態を予測するために CNN が有用であることを示しており、医療分野において未来の予測が強く要求されるがんの予後診断などへの応用が期待される。

## 参考文献

- [1] Nishimoto S, Tokuoka Y, Yamada TG, Hiroi NF, Funahashi A. “Predicting the future direction of cell movement with convolutional neural networks.” *PLOS ONE* **2019**, 14(9): e0221245.
- [2] Springenberg JT, Dosovitskiy A, Brox T, Riedmiller M. “Striving for simplicity: The all convolutional net.” In Proceedings of the International Conference on Learning Representations (ICLR (workshop track)), San Diego, CA, USA, 7–9 May **2015**.
- [3] Montavon G, Lapuschkin S, Binder A, Samek W, Müller KR. “Explaining nonlinear classification decisions with deep taylor decomposition.” *Pattern Recognition* **2017**, 65:211–222.