

松野環境科学賞授賞理由

専攻：生物圏科学専攻

受賞者：ZHANG Mengwei (張 孟偉) (ジャン モンウェ) 氏

論文名

Deep learning model-based high-throughput detection of in vitro germination to assess pollen viability from microscopic images

著者名

Mengwei Zhang, Jianxiang Zhao, and Yoichiro Hoshino

掲載誌名、巻、ページ、掲載年

Journal of Experimental Botany, Vol. 74, Issue 21, 6551-6562 (2023)

<https://doi.org/10.1093/jxb/erad315>

<授賞理由>

作物の豊凶や野生植物の繁殖に花粉稔性は強く影響することからこれを正確に把握する手法が求められてきた。一般に花粉は数が多いもののサイズが小さく、解析には顕微鏡下で多数の花粉を効率的に扱うことができる実験系を確立することが必要である。花粉の稔性の解析は、花粉の充実度を測る染色による手法で発展し、酢酸カーミンやシッフの試薬など多数のバリエーションが生み出されたが、染色された花粉が必ずしも花粉発芽を担保するものではなく、花粉稔性を評価する上で適切な方法ではないケースが多くみられた。そのため、染色による花粉の充実度は現在では『花粉染色率』と呼び、花粉稔性とは明瞭に識別されるようになっている。そこで人工的に花粉発芽培地で花粉を発芽させ、花粉の発芽能力から花粉稔性を評価しようとする研究が立ち上がり、花粉稔性を評価することが可能な花粉発芽培地の組成が多く発表されてきた。ボタンの花粉をモデルに用い、液体培地で効率的に花粉管を発芽させる実験系を開発した。ボタン用に最適化された花粉発芽条件を用い、これまで時間のかかっていた発芽花粉のカウントと花粉管の長さを深層学習によって自動化させることに取り組んで得た成果をまとめたものが本論文である。

培地上で花粉を発芽させた画像を収集し、Mask R-CNN モデルを用いて花粉の発芽頻度と花粉管の長さを迅速に測定する方法を考案した。課題となったのが花粉管伸長の過程で花粉管どうしが交差する問題である。従前の深層学習モデルでは交差した花粉管の識別は困難であった。そこで人工的に合成した花粉管交差の画像を学習データセットに追加する手法でこの問題の解決に取り組んだ。こうして学習させたモデルを使うことで花粉管の交差の識別の精度を飛躍的に向上させることに成功し、さらには花粉管の長さの測定まで可能にした。線形回帰モデルの R² 値は、花粉発芽率の判定で 0.909 となり極めて精度の高いものであることが検証できた。また花粉の形態は多様である

ことから、他種でも応用可能か、開発したモデルをペチュニア（双子葉植物）とギボウシ（単子葉植物）の花粉発芽実験により確認した。両種においても適応可能であることが実証でき、本モデルが汎用性の高いものであることを示した。本論文は、植物科学の分野で伝統がある Journal of Experimental Botany に掲載され、花粉の稔性解析を大きく進展させる成果である。

以上のことから、本論文は、松野環境科学賞を受けるにふさわしい論文であると判断された。