

審査の結果の要旨

氏名 島原 佑基

本論文は2章からなり、第1章は細胞画像解析システム IMACEL の開発と評価、第2章は IMACEL を用いた葉緑体ストロミュール出現頻度の解析について述べられている。

細胞内構造の解析にあたり、形態解析と自動分類の機能をもつクラウドベースの細胞画像解析システム IMACEL の開発を行っている。IMACEL の特色は、目的に合わせた最適なアルゴリズムの組み合わせを対話的かつ半自動的に構築することであり、新規性が認められ、特許を取得済みである。性能評価にあたっては、形態解析において COS7 細胞のストレス顆粒の計測を実行した場合には手動計測と同等の精度を達成していた。また、自動分類においてはヒストンをラベルして細胞核（染色体）を可視化した植物細胞の細胞周期の分類において、深層学習を活用することにより、従来手法より大幅な改善がみられている。一方、IMACEL を活用してストロミュールという葉緑体から管状に伸びる細胞内構造物の解析を行なっている。発育中のシロイヌナズナの子葉孔辺細胞におけるストロミュールの出現頻度は一定ではなく、同期的かつ周期的な出現パターンが存在していることが明らかとなった。具体的にはストロミュールの出現頻度は明暗条件により変化すること、およびストロミュールの出現頻度が 2~4 時間の周期的なパターンを示すことが示唆された。これらの結果は、生理的意義や動態の理解が進んでいないストロミュールにつき、その機能と日周期の関連性を示した新規性の高いデータである。

本研究で開発した IMACEL を用いることによりストロミュール解析における経時的かつ統計的な議論が可能となった。なお IMACEL は他の生物画像にも広範囲に活用できることを確認しており、IMACEL を用いた論文も発表されている。今後多様な細胞構造の研究効率化に貢献できるものと期待される成果と考えられる。

したがって、博士（生命科学）の学位を授与できると認める。

以上 811 字