

計測技術と高度情報処理の融合によるインテリジェント計測・解析手法の
開発と応用

2018 年度採択研究者

2020 年度 年次報告書

徳永 旭将

九州工業大学 大学院情報工学研究院
准教授

学習型動態モーフィングによる神経間シグナル伝達特性の解明

§ 1. 研究成果の概要

線虫 *C. elegans* の神経細胞に対し、ロドプシン型膜電位センサー paQuasAr3 と、カルシウムセンサー GCaMP6f を用いた膜電位とカルシウムイオンの同時イメージングを実現する計測系の開発を行った。今年度は、嗅覚神経細胞 AWA と、AWA とギャップ結合をもつ介在神経細胞 AIA に対し、膜電位とカルシウムイオンの同時イメージングに成功した。特に AWA に関しては、匂い刺激の開始、継続、終了と、匂い刺激の濃度に対応する不連続かつ明瞭な膜電位変化を、高い再現性で捉えることができるようになった。匂い刺激への応答依存性を調査した結果、カルシウムイオンの過渡的濃度変化は匂い刺激の強さに線形的に依存するのに対し、膜電位は非線形な依存を示すことが明らかになった。一方で、刺激継続中の膜電位の定常的脱分極は、匂い刺激の濃度に依存するなど、嗅覚神経細胞が単体で外部刺激を符号化する様子を可視化することができた。さらに、条件によってはカルシウムイオン濃度を伴わない膜電位の応答を引き起こすことができるなど、本提案の最終目標である結合間タイプの推定にも重要な知見を得ることもできた。画像処理技術として、欠損領域の影響を低減した非対称な相互作用をもつイメージレジストレーションを開発した。また、カーネル法とスパース推定を組み合わせた細胞体セグメンテーション法、ディープエンコーダデコーダネットワークを用いた神経突起の自動セグメンテーション法を開発することができた。さらに、2 細胞でのイメージングを実現するため、カルシウムイオン変動から膜電位変動を予測する機械学習モデルの開発を進めた。AWA では十分な予測精度を実現することができたが、AIA は刺激に依存しない神経活動が重畳していることもあり、今後、予測モデルの改善が必要である。

【代表的な原著論文情報】

- 1) “Image-Based Plant Disease Diagnosis with Unsupervised Anomaly Detection Based on Reconstructability of Colors”, in *Proceedings of International Conference on Image Processing and Vision Engineering 2021 (IMPROVE2021)*, 2021