

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

本研究では、自然科学で計測された様々なイメージングデータから、従来の限界を超えて緻密な動態を推定するためのモーフィング技術を確立する。基軸となるのは、ベイズ推論と教師あり学習である。ベイズ推論に基づく要素技術としては、測定対象の移動や自由変形を補正する image registration 技術や、特定の色や動きの変化を増強する video magnification 技術である。教師あり学習に基づくものとしては、低空間解像度の画像から高解像度の画像を推定する画像超解像技術や、画像中の欠損領域を経験的に予測する画像補間技術である。

メインテーマにおいて融合対象となる研究対象は、神経科学におけるライブセルイメージングデータである。この課題では、モデル生物である線虫 *C.elegans* の神経活動動態から、ギャップ結合と化学シナプス結合のシグナル伝達特性の違いを明らかにすることを目的としている。本研究では、情報学的手段としての動態モーフィング技術の確立と並行し、革新的なイメージング技術の構築も目指している。2019 年度では、従来のカルシウムイメージングに加え、ロドプシン型の膜電位プローブである paQuasAr3 をターゲットとなる細胞に導入し、人為的に付与した外部刺激に対応する膜電位と Ca^{2+} 双方の応答を細胞レベルで同時に捉えることを目指した研究を実施した。下図は、線虫の感覚神経の一つである AWA のイメージングデータから定量化した、外部刺激に対する膜電位と Ca^{2+} イオン濃度の応答である。カルシウムセンサーは GCaMP6f を用いている。外部刺激は 5 秒間の継続する刺激を、測定中に 2 回に分けて付与した。このグラフから、2 回の外部刺激の付与に応じて、細胞内の膜電位と Ca^{2+} 濃度が明確に変動していることが見て取れる。今後は、結合をもつ感覚神経と介在神経の 2 細胞で、外部刺激に対する膜電位と Ca^{2+} 濃度の動態を同時にイメージングし、さらに開発中のモーフィング技術と融合させることでギャップ結合と化学シナプス結合のシグナル伝達特性の違いの解明に繋げていく予定である。

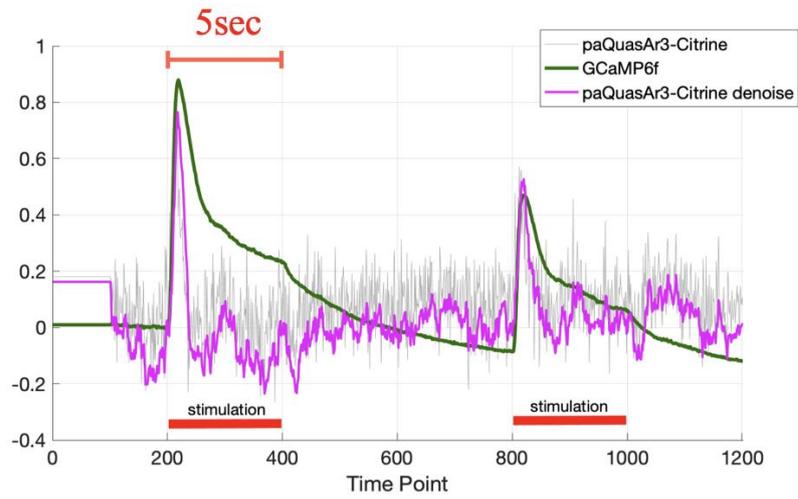


図. 線虫 *C.elegans* の感覚神経細胞の一つである AWA の膜電位イメージングデータとカルシウムイメージングデータから定量化した、外部刺激に対する膜電位と Ca^{2+} 濃度の応答.