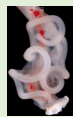


生命のダイナミクスを観て(観察)考える(数理)

代表教員 高橋淑子

発表者 M1 宇都宮翔大

実験観察



融合研究

物理モデル



計算機シミュレーション



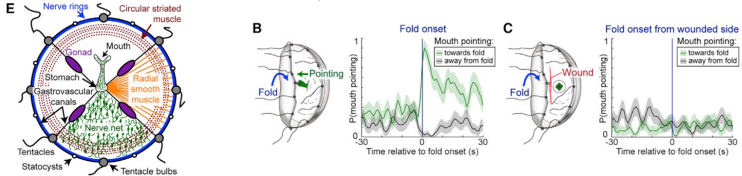
SG3の取り組み

- 数理-生物の融合研究の論文2本を、多様な専攻の学生・教員たちが輪読して議論した。
- 論文と関連した実験を体感し、数理モデルの数値シミュレーションを通して生命科学と数理の関連性の理解を深めた。

中枢神経をもたないクラゲはどのようにして複雑な行動を可能にしているのか？

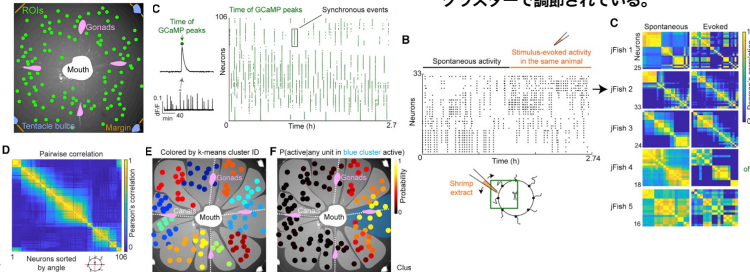
Weissbourd, B. et al (2021) A genetically tractable jellyfish model for systems and evolutionary neuroscience.

クラゲは放射状に神経と筋肉をもつ。放射状の神経の情報伝達で採餌行動であるfoldingやmouse pointingが起こる。

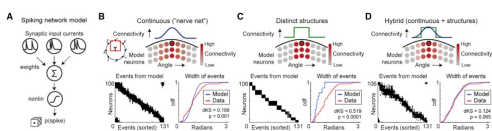


神経網はクラスターに細分化されている。

刺激誘発的活動と自発的活動と同一の神経クラスターで調節されている。

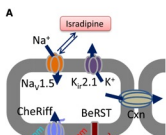


「連続的」な性質と「クラスター」的な性質を併せ持つ



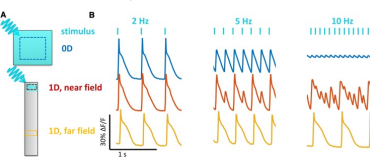
幾何学的形状が電気信号の伝わり方にどのような影響を及ぼすのか？

McNamara, H. et al. (2018). Geometry-Dependent Arrhythmias in Electrically Excitable Tissues.



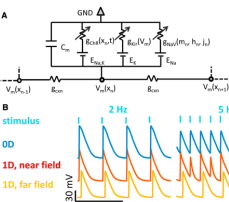
人工的な興奮細胞を作成

1. 光刺激に応じてCheRiffが陽イオンを流入する。
2. Na_v1.5とK_v2.1が活動電位を引き起こす。
3. 脱分極に応じてBeRSTが赤く光る。
4. Cxrnを通してイオンが隣の細胞に流れ、隣の細胞の電位を変化させる。



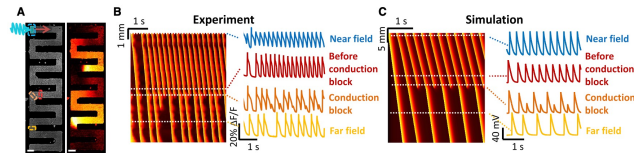
高頻度で不規則な電気信号は、遠方へと伝達していくと、低頻度で規則的な信号へと変化する。

Hodgkin-Huxley タイプのモデルが人工細胞の興奮の様子を捉えられる。



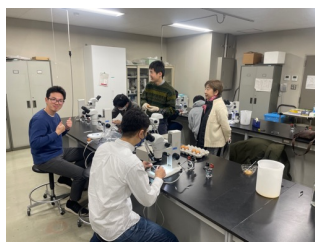
急カーブで信号伝達が阻害される。

均一なイオンチャネルとギャップ結合であっても、幾何学的効果だけで伝達は阻害される！



実習

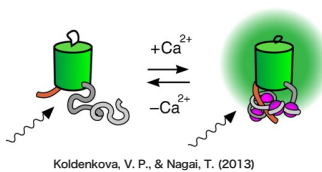
ニワトリ胚を観察



数学・数理解析専攻 M2の近藤さんが摘出した水晶体

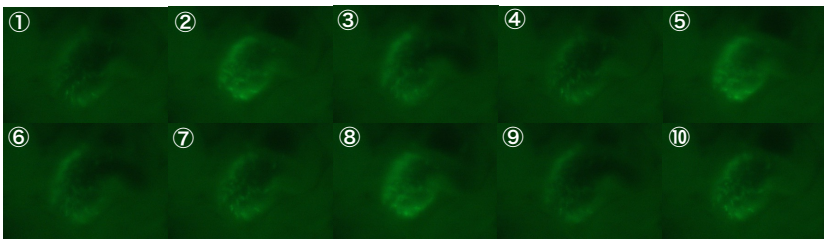
専攻問わずみんなで顕微鏡・ピンセットを用いて、小さなニワトリ胚を解剖・観察

光る心臓の観察

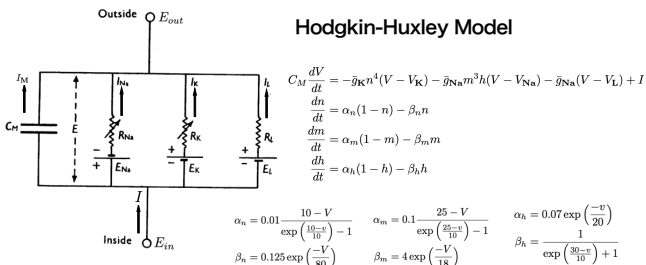


Ca²⁺と結合すると蛍光を発するタンパク質jGCaMP8sをニワトリ胚に遺伝子導入した。心臓の収縮に合わせて、Ca²⁺の濃度が変化し、蛍光強度も変化する。

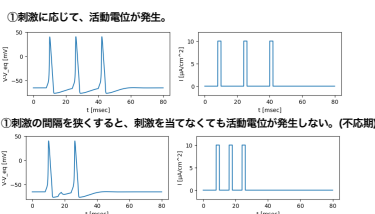
4日目のニワトリ胚の心臓の拍動の様子を300msec毎に撮影。



興奮細胞の数値シミュレーション



Runge-Kutta法を用いて数値計算した。刺激電流の与え方や、パラメータを変更して実施。



③ 定常な強い刺激を与え続けると、振動する。



④ 定常な弱い刺激では、活動電位は発生しない。



⑤ ナトリウムイオン濃度を変更(V_{Na}を増大)すると刺激強さで振動する。

