

生体の神経計算における確率性： 線虫 *C. elegans* の温度感覚システムからの考察

松山 裕典¹, 加納 周², 中野 俊詩², 森 郁恵^{1,3}

¹ 名古屋大学 大学院理学研究科 附属ニューロサイエンス研究センター (NSI)

² 名古屋大学 大学院理学研究科 理学専攻 生命理学領域

³ 北京脳科学研究所 (CIBR)

概要

脳は、感覚入力を知覚や行動に変換するある種のマシンと捉えられる。しかしながら、決定論的なロジックで作動するコンピュータとは異なり、生物の脳は周囲の環境に対して確率的に応答する。脳におけるこうした確率的計算の神経基盤を明らかにすることは、脳とコンピュータの相違点を浮き彫りにし、生体の神経計算に特有のロジックを理解する手がかりとなる。線虫 *Caenorhabditis elegans* (*C. elegans*) は、わずか 302 個の同定可能なニューロンからなる小規模な神経系を持ち、シナプスを介したニューロン間のワイヤリングが明らかにされている有用な実験動物である。こうした well-defined な神経系をモデルとすることで、生物における神経計算の原型を、シングルニューロンレベルからシステムレベルに至るまで包括的に理解できることが期待される。本講演では、我々がこれまでに *C. elegans* の神経系において見出してきた情報処理メカニズムを紹介する。まず、温度と摂食経験の連合学習によって生じる「温度に対する好き嫌いの反転」を支える神経ダイナミクスについて報告する。我々は「温度に対する好き嫌いの反転」が、温度感覚ニューロン (AFD) とそのシナプス後パートナーである介在ニューロン (AIY) の活動パターンによってコードされていることを明らかにした。次に、温度感覚を処理する神経回路において、ある種の感覚ニューロンが「ノイズ生成因子」として機能することを発見した研究を報告する。最後に、自発的な神経活動の機能を明らかにするために現在取り組んでいる試みを紹介する。我々は現在、内因性の自発活動と外部感覚入力とのクロストークを明らかにするため、自発的な神経活動オシレーションが外部の感覚入力の摂動によってどのように変化するかを計測する実験を行っている。

Stochasticity in Neural Computation: Insights from the *C. elegans* Thermosensory System

Hironori J. Matsuyama¹, Amane Kano², Shunji Nakano², Ikue Mori^{1,3}

¹ Neuroscience Institute (NSI), Graduate School of Science, Nagoya University, Nagoya, Japan

² Department of Biological Science, Graduate School of Science, Nagoya University, Nagoya, Japan

³ Chinese Institute for Brain Research (CIBR), Beijing, China

Abstract

Animal brain can be regarded as a type of machine that converts sensory inputs into perceptual or behavioral outputs. However, unlike computers operating on deterministic logic, animal brains respond to their surrounding environments in stochastic manners. Identifying

the neural basis of the stochasticity, which differentiates nervous systems from computers, provides insights into the logic underlying biological computation in living organisms. The nematode *Caenorhabditis elegans* (*C. elegans*) is an ideal model system for comprehensively investigating fundamental forms of stochastic computation in living organisms, ranging from the single-cell level to the systems level, due to its well-defined nervous system that consists of 302 identifiable neurons with fully mapped synaptic wiring. In this presentation, we will introduce the computational mechanisms we have identified in the *C. elegans* nervous system: First, we will report the neural dynamics involved in reversing "temperature preference" through associative learning between temperature and feeding experiences. The learning-induced reversal of temperature preference is encoded by the activity patterns of thermosensory neurons and their postsynaptic interneurons. Second, we will present our findings on the existence of specific neurons that function as noise generators in the temperature-processing circuitry. Finally, we will highlight our ongoing research on the functions of endogenous spontaneous neural activity. To examine the crosstalk between the intrinsic spontaneous activity and external sensory input, we are currently conducting experiments to measure how intrinsic spontaneous neural oscillations are altered by external sensory perturbations.
