



研究領域名 ジオラマ環境で覚醒する原生知能を定式化する細胞行動力学

北海道大学・電子科学研究所・教授

なかがき としゆき
中垣 俊之

領域番号： 21A402 研究者番号：70300887

【本研究領域の目的】

知能とは、広義には環境・状況への適応能力を意味し、単細胞の原生生物(真核単細胞生物)として原始的な知能を有している。むしろ数億年にわたる進化の洗練によって、複雑な野外環境でこそ巧みな行動能力を発揮している。この行動能力は、多細胞生物における単細胞性行動(受精時の精子運動、体内環境での細胞運動など)にも引き継がれていると思われる。

本研究領域では、単細胞生物が潜在的に有している根源的な環境適応能力を「原生知能」と呼び、その潜在能力を覚醒させるために構築した人工環境を「ジオラマ環境」と名付けている。ジオラマ環境は、例えば、棲息環境の複雑さを模したり、知能テストのために設計されたりするものである。分かりやすい一例が、アメーバ状の粘菌が、ジオラマ環境としての迷路において、最短経路を見出す能力を発揮することである。このような細胞レベルで発現する原生知能のからくりは、しばしば細胞運動と環境の連成した動力学方程式により定式化できるため、本研究領域では、このような環境連成力学を徹底的に推し進める。

このようにして得られた力学モデルは、細胞の問題解法として位置付けられるため、その解法の特徴を評価することで原生知能の仕組み(アルゴリズム)を捉えることができる。以上のような新規方法論を検証しながら、原生知能の解明に挑む。より具体的な目的は、(1)種々細胞レベルで発現する原生知能を広く探索すること、(2)原生知能を力学モデルにより定式化すること、である。

【本研究領域の内容】

本研究領域の略称名「ジオラマ行動力学」は、「ジオラマ環境を設計して原生知能を覚醒させ、その仕組み(アルゴリズム)を運動方程式で記述する学術」を意味する。

計画研究は、ジオラマ行動班、ジオラマ製作班、徹底力学化班、アルゴリズム評価班の4班からなる。計画研究では、広範な物理スケールを俯瞰するために極小スケールである精子の卵子到達運動と極大スケールである赤潮藻類の集積運動に注目し、加えて繊毛・鞭毛虫、藻類、細菌等の行動並びに多細胞生物の繊毛運動等へと対象を広げる。公募研究では、研究対象を多様な生物種・細胞種へとより広く展開することを期待し、領域内での活発な研究交流を通じて、計画研究と合わせてジオラマ行動力学の確立につなげる。

様々な生物種・細胞種における巧みな細胞行動に関する研究を広く展開し、領域全体として多様な細胞行動に対するジオラマ行動力学を展開する。これにより、生物種・細胞種の垣根を越えた原生知能の仕組みを解明する。

【期待される成果と意義】

原生知能の事例を集めて整理することにより、ジオラマ行動力学を確立する。それにより細胞行動の多様性と能力に対する新しい見方を提供することが期待される。

赤潮藻類の集積性行動と日周鉛直方向移動性行動を定式化し、その仕組みを掘り下げることにより、赤潮の予測精度の向上へとつながることが期待される。

いくつかの生物種の精子の環境依存的な遊泳行動を定式化することにより、精子が実環境の攪乱に対してどのように反応して卵子に到達するかが明らかになる。生態系維持、栽培漁業などへの波及効果も期待される。

単細胞生物をはじめ多細胞生物における、仮足運動性細胞、あるいは繊毛・鞭毛運動性細胞に見られる、環境依存的な形作り、動き作りの性能と仕組みの理解により、未知の原生知能アルゴリズムを獲得することが期待される。

【キーワード】

原生知能：単細胞生物が潜在的に有している根源的な環境適応能力。細胞レベルで現れる環境・状況依存的な運動能力。

行動力学：細胞の運動・行動を、置かれた環境との相互作用も取り入れた運動方程式により定式化すること。

原生知能のアルゴリズム：ジオラマ行動力学により得られた運動方程式を、細胞による問題の解法として評価すること、またはその評価により得られた解法。

【領域設定期間と研究経費】

令和3年度－7年度
1,064,300 千円

【ホームページ等】

<http://diorama-ethology.jp>