

中谷高次生命ダイナミクス研究部門

Department of Nakatani Multiscale Biological Dynamics

分子から個体へ、 生命をつなぐダイナミクスを読み解く



主幹教授（兼任）
大川 恭行

Distinguished Professor
Yasuyuki Ohkawa, Ph.D.

E-mail
ohkawa.yasuyuki.508@m.kyushu-u.ac.jp

教職員 Teaching Staff



助教（特定プロジェクト教員）
齋藤 義文

Assistant Professor
(Special Project Faculty)
Yoshifumi Saito, Ph.D.

研究概要

生命は、共通のゲノム情報を持ちながらも、発生・分化・恒常性維持・老化・疾患など多様な状態を生み出す。この違いは、細胞内外に存在する分子が「いつ」「どこで」「どのような構造をとり」「どのように相互作用するか」によって決定されている。すなわち生命現象とは、分子の位置・構造・動態が時間と空間の中で統合されることによって創発される高次システムである。しかし現在の生命科学では、分子構造、生体分子の動態、細胞状態、組織構築などが個別に解析されることが多く、生命現象をその全体像として理解することは依然として大きな課題となっている。

本研究部門では、このような生命現象を「高次生命ダイナミクス」として捉え、その実態を分子レベルから組織レベルまで統合的に理解する新たな研究基盤の構築を目指している。Cryo-electron tomography (CryoET)、in situ単一分子イメージング、空間オミクス、単一細胞オミクスなどの最先端計測技術を融合し、生体内における分子の位置・構造・動態・時間情報を同一文脈で取得する。さらに、数理学および人工知能(AI)を活用した多階層データ解析により、生命現象を支配する分子ネットワークや因果関係の解明に取り組む。

特に、老化やがんをはじめとする難治性疾患を対象として、高次生命ダイナミクスの破綻によって生じる病態形成機構の解明を進める。分子から細胞、組織へと至る階層横断的な解析を通じて疾患責任分子状態を同定し、診断・治療・創薬へと展開することで、生命現象の本質的理解に基づく次世代精密医療の実現を目指している。

Research Projects

Life generates diverse biological states, including development, differentiation, tissue homeostasis, aging, and disease, despite sharing a common genomic blueprint. These differences are determined by when and where molecules act, what structures they adopt, and how they dynamically interact with one another. In this sense, biological phenomena emerge through the spatiotemporal integration of molecular position, structure, and dynamics. While enormous progress has been made in characterizing individual molecular and cellular components, understanding how these elements collectively generate dynamic biological functions remains a major challenge.

The Department of Nakatani Multiscale Biological Dynamics aims to establish a new research framework for understanding life across multiple biological scales, from molecules to cells, tissues, and organisms. By integrating advanced imaging and omics technologies, we seek to capture molecular position, structure, dynamics, and temporal information within their native biological context. Mathematical modeling and AI-based approaches are used to reveal the molecular networks and causal mechanisms underlying biological systems.

Our research particularly focuses on aging, cancer, and other intractable diseases, in which disruptions of multiscale biological dynamics lead to pathological states. Through integrative multiscale analyses, we aim to identify disease-associated molecular states and elucidate disease mechanisms. Ultimately, our goal is to establish a new academic foundation for understanding life as a dynamic multiscale system and to translate these discoveries into innovative strategies for diagnosis, therapy, and drug development, thereby contributing to the realization of next-generation precision medicine.