

細胞の動的な高次構造体
2020年度採択研究者

2020年度 年次報告書

立川 正志

京都大学ウイルス・再生医科学研究所
准教授

ミトコンドリア形態の包括的数理モデリング

§ 1. 研究成果の概要

ミトコンドリアは多くの細胞条件でチューブ状形態を取るが、その形成メカニズムは十分に理解されていない。本研究は、『クリステ伸長力によるミトコンドリア成形仮説』を提唱し、自由エネルギーに基づく物理モデルを構成して、その妥当性を検証する。自由エネルギーはミトコンドリアに働くと考えられる、曲げ弾性力、クリステ伸長力、浸透圧、モータータンパク質による牽引力の4つの力に対応する成分から構成した。曲げ弾性力はミトコンドリアの内外膜が持つ物理的性質であり、それ以外の3つの力はミトコンドリアの外から与えられるミトコンドリアを成形する力である。円筒の両端を半球で閉じた単純な幾何形態のミトコンドリアを考え、この自由エネルギーを適用して解析した。結果、①あるサイズより小さいミトコンドリアは球形が唯一安定な形態となること、②中間のサイズでは球形とチューブが双安定となり、より大きいサイズでチューブのみが安定となること、③十分大きいミトコンドリアある一定のチューブ半径に収束すること、を示した。また、ミトコンドリアを成形する3つの力はどれもチューブ状態を安定化させ、チューブ半径を小さくさせることが分かった。