

(様式 1-1)

提出日：2026 年 4 月 11 日

2025 年度 大阪大学蛋白質研究所 拠点事業

研究成果報告書

(1) 事業名（下記より該当事業名を選択し、ほかは削除してください。）

共同研究員

(2) 研究代表者

氏名：松村 浩由

所属機関名・部局名・職名：立命館大学・生命科学部・教授

(3) 研究課題名（申請時に記載したものと同一課題名を記入してください。）

細菌の細胞分裂タンパク質の構造解析

(4) 蛋白質研究所受入担当教員

教員名： 中川 敦史 （研究室名：超分子構造解析学研究室）

(5) 研究成果の概要

細菌の細胞分裂初期過程において、GTP 分解酵素である FtsZ はフィラメント状に重合し、細胞中央部に集合して Z-ring を形成する。この際、FtsZ フィラメントは ZapA などの他の FtsZ 結合タンパク質（Z-ring-binding proteins : ZBPs）によって高密度に束ねられることが知られている。一方で FtsZ は、GTP 結合型としてフィラメントの+端に重合し、フィラメント内で GTP を GDP に加水分解した後に一端から解離する、いわゆるトレッドミリング運動を行うことも報告されている。これらの現象、すなわち(1) ZBPs によって駆動される FtsZ フィラメントの高密度化と、(2) Z-ring が示す高い動的特性は、細胞分裂の開始機構において特に重要であると考えられている（*Nat. Microbiol.*, 6, 553, 2021）。

申請者らは、上記(1)に着目し、複数本の FtsZ フィラメントが ZapA によって束ねられる分子メカニズムを解明することを目的として、クライオ電子顕微鏡（cryo-EM）を用いて FtsZ-ZapA 複合体の構造解析を行った。複合体形成条件について検討を重ねた結果、最終的に 2.7 Å という高分解能で FtsZ-ZapA 複合体の立体構造を決定することに成功した（*Nat. Commun.*, 16, 5985, 2025）。本成果は、FtsZ フィラメントに他のタンパク質が結合した状態を原子分解能で明らかにした初めての例である。

得られた FtsZ-ZapA 複合体構造から、ZapA によって束ねられた FtsZ フィラメント間には、比較的大きな静電反発が存在することが示された。この結果は、フィラメント間の静電反発が、FtsZ の高い運動性を阻害しない理由の一つである可能性を示唆している。さらに、高速原子間力顕微鏡（HS-AFM）観察により、1 分子の ZapA が FtsZ フィラメントに結合すると、その近傍に別の ZapA 分子が結合しやすくなる、正の協同性が存在することが明らかとなった。本構造解析の結果から、ZapA の結合が FtsZ フィラメントの構造を広範囲にわたって変化させ、それによって協同性が発現している可能性が示唆された。