

アクチンフィラメントの多価カチオン添加によるバンドル転移

京都大学 大学院 理学研究科 渡邊 俊¹

アクチンフィラメント (以後 F-アクチンと呼ぶ) とは球状タンパク質のアクチンがから構成されている剛直性の繊維である。F-アクチンは細胞骨格と呼ばれる繊維の一つで、ほぼ全ての細胞に存在している。F-アクチンは細胞内ではバンドル (繊維の束) を形成することが知られており、細胞の形状や運動と深く関わっていると考えられている。

アクチンフィラメントは、太さ約 5 nm に対し持続長が 10 μm と剛直で長く中性水溶液中で負に帯電している高分子である。1980 年代以降、試験管中の実験でポリアミン [1]、多価カチオン一般 [2] で F-アクチンがバンドル状になることが見出されている。これらは負に帯電した高分子同士が引き合うという興味深い現象である。

しかし、このバンドル形成の機構はいまだ不明であり、熱力学的安定性や構造の分布・ゆらぎといった物理的な解析は、未

だ行われていない。そのような性質は高分子の構造制御を考える上で大きな意味を持つ。今回はバンドル形成の機構を調べる事を目的とした実験を行ってきた。

従来、これらアクチンバンドルの研究は吸光度計や蛍光度計を用いた簡易なレイリー散乱測定で行われて来たので、まず再現性を調べるために蛍光度計による散乱測定を行った (図 1)。さらにその散乱の変化する領域での F-アクチンの個々の状態を蛍光顕微鏡 (図 2) で観察した。散乱強度曲線ではバンドル状態とフィラメント独立の状態を繋いでいる。蛍光顕微鏡像 (図 2) を見るとその中間状態では独立のフィラメントと多数本凝集したバンドルが同じ溶液に共存している。

また、蛍光像の光強度密度を比べることによりバンドル幅の分布を求め、図 3 のように度数分布表にしてみる。このように中間の共存状態では、少数本のバンドルは不安定であり、数本で構

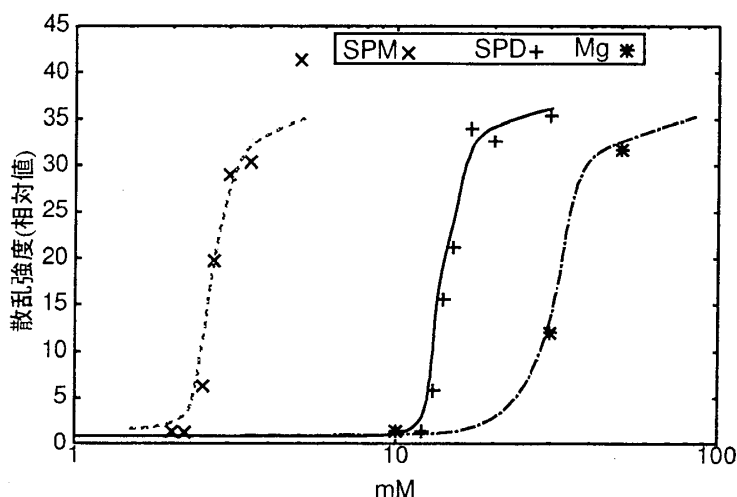


図 1: 各カチオン濃度と散乱強度の変化

縦軸はカチオン濃度 0 mM の時を 1 とする相対値の散乱光強度。(光波長 450nm)

¹E-mail: watanabe@chem.scphys.kyoto-u.ac.jp

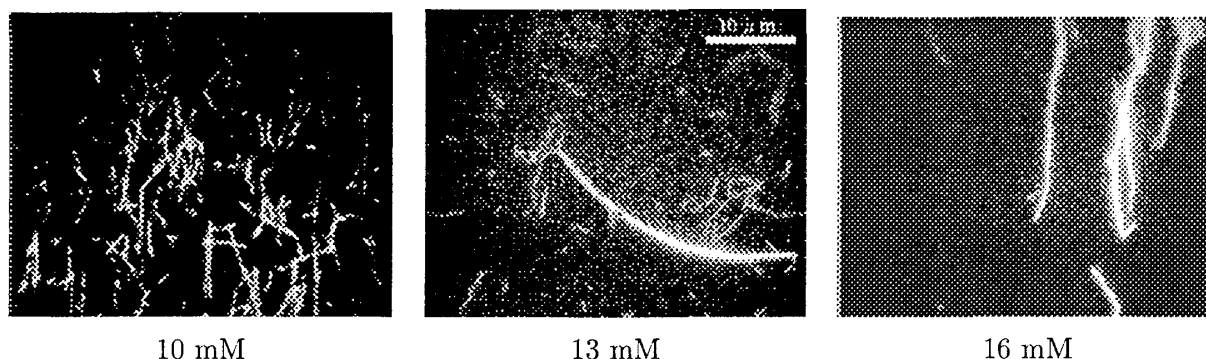


図 2: スペルミジン (3+) を添加した溶液中のアクチンフィラメント

明るさはフィラメントの密度にあたる。左図の 10 mM のほとんど同様の明るさに見えるものは全て「単独のフィラメント」である。右図の 16 mM にあるそれより十分に明るく、長さの大きいものが「多数本のバンドル」。そして中図の 13 mM には、10 mM の時と同様に同じ明るさにみえる「単独のフィラメント」と、それよりはるかに明るい「多数本のバンドル」が共存している。

成されるバンドルと単独のフィラメントが共存することがわかる。この様な凝集現象の特徴から DNA のコイル-グロビュール転移 [3] で見られる物と同じく、Landau の定義での 1 次相転移で 2 相共存という状態が現れていると考えられる。

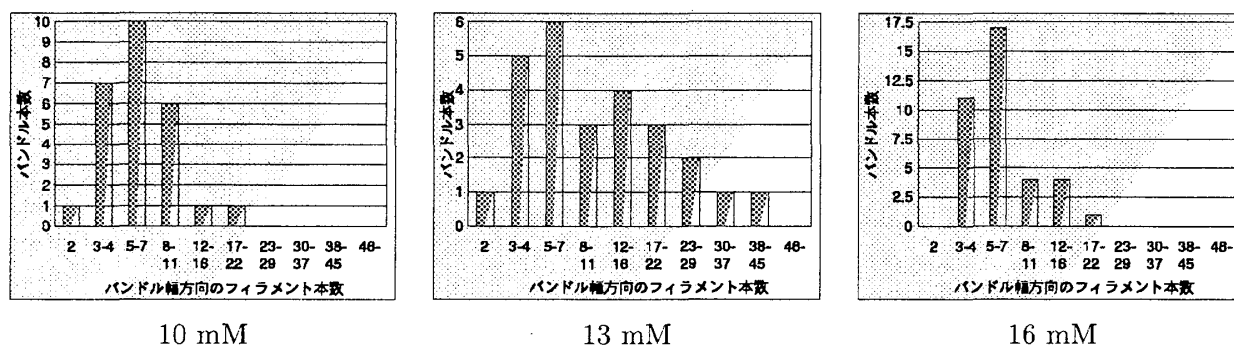


図 3: バンドル太さの統計

横軸はバンドルの本数であるが、その間隔とり方が次第に 1 ずつ、大きくなるように採ることで、このパラメータを太さに対応させるようにしている。濃度 10-16 mM はすべて単独フィラメントとバンドルが共存している濃度。濃度が大きくなるとバンドルの割合が増えてくるが、バンドルの太さの分布はこのグラフのようにそれほど変わらない。2, 3-4 本の少数本バンドルはより、5-7 本のバンドルの方が全体的に数が多く安定であることがわかる。

参考文献

- [1] N. J. Grant and C. Oriol-Audit, Euro. J. Cell Biol. **30** (1982), 67.
- [2] J. X. Tang, S. Wong, P. T. Tran and P. A. Janmmey, Ber. Bunsengers. Phys. Chem. **100** (1996), 796.
- [3] K. Yoshikawa, M. Takahashi, V. V. Vasilevskaya, and A. R. Khokhlov, Phys. Rev. Lett. **76** (1996), 3029.