

アクチンフィラメントのバンドル凝集

京都大学 大学院 理学研究科 渡邊 俊¹, 伊藤 忠直

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構成す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) などさまざまな形態をとり、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。それら複雑な形態変化は、アクチンと特異的相互作用をするタンパク質によって引き起こされる物と見なされることが多かった。

1980 年代以降アクチンと特異的に相互作用するとは思えないポリアミン [1]、ポリエチレングリコール [2]、多価カチオン一般 [3] で F-アクチンがバンドル状になることが実験で示された。しかし示されたのはバンドル形成が引き起こされるという事だけで、そのバンドル形成のメカニズムが実験でよく調べられることはなかった。今回はそのメカニズムを調べる事を目的とした実験を行ってきた。

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、まずは同様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 (図 2)・電子 (図 3) 顕微鏡の両方で観察した。散乱強度ではかなり滑らかにバンドル状態とフィラメント独立の状態を繋いでいる。しかし蛍光顕微鏡像 (図 2) を見るとその中間状態では独立のフィラメントとバンドルが同じ溶液に共存している。これらからフィラメントとバンドルの状態は共に安定で、その間に安定な構造が無く、バンドル化は不連続に進行すると考えられる。このような現象は 1 次相転移 (Landau 流の秩序パラメータの対称性による定義) の特徴である。

しかし、通常 1 次相転移というと、全て独立であるか、全て 1 つに凝集してしまうかである。なぜ共存がこれほど安定なのか。そこで電子顕微鏡像からアクチンバンドルの幅を計ってみてみた (図 4)。バンドル幅は 30nm~60nm の大きさに分布しており、非常に大きいものはない。ある大き

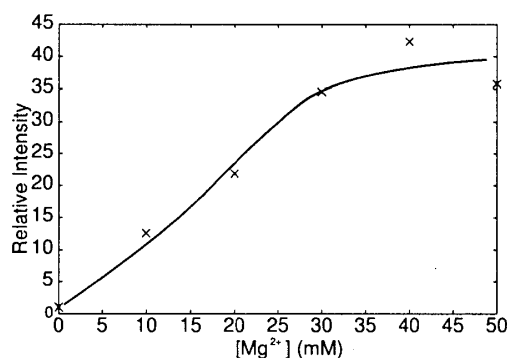
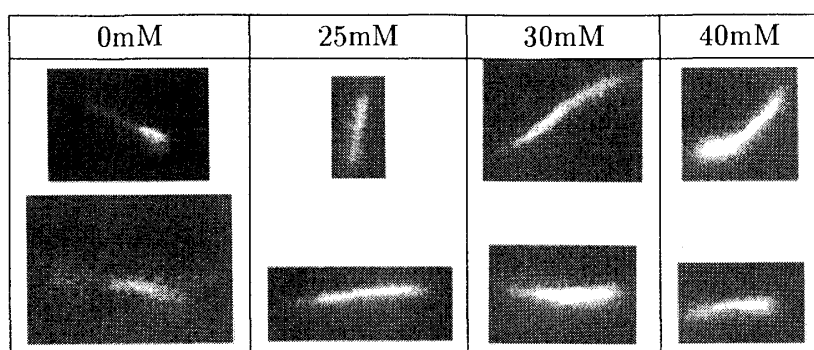


図 1: MgCl_2 濃度と散乱強度の変化

縦軸は MgCl_2 が 0mM の時を 1 とする相対値。(光波長 450nm)

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



5.00 μm

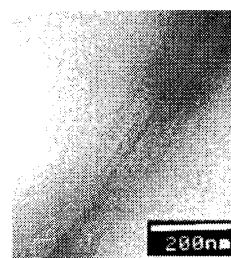


図 2: 蛍光顕微鏡写真

明るさはフィラメントの密度にあたる。左端の 0mM の明るさの物は 1 本のフィラメントで、はるかに明るいのがバンドル。

図 3: 電子顕微鏡写真

MgCl₂ 50mM のときのアクチンバンドル

さ以上だとむしろ不安定のようなのである。この様な要因で、バンドルに加わる要素数が有限であるために、Landau の定義での 1 次相転移では 2 相共存という状態が平衡で安定であると考えられる。

この様な凝集現象の特徴は DNA のコイル-グロビュール転移 [4] でも見られるため、剛直性荷電高分子一般に見られる現象であると思われる。

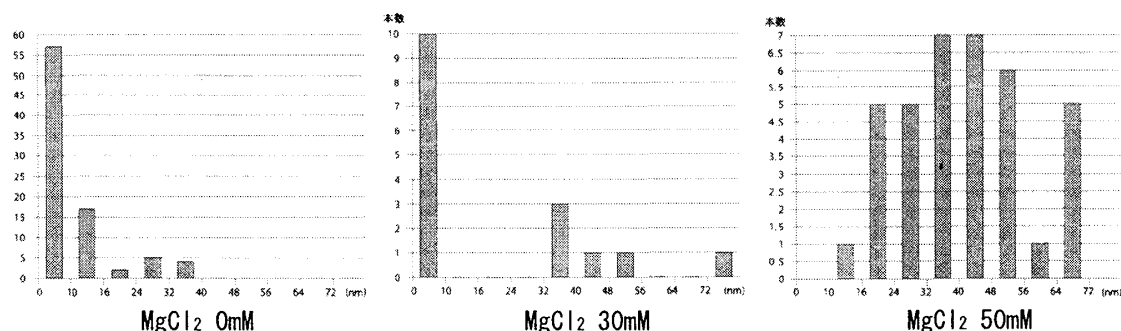


図 4: バンドル太さの統計

一番左の 10nm 以下は 1 本のフィラメントである。

参考文献

- [1] N. J. Grant and C. Oriol-Audit, Euro. J. Cell Biol. **30** (1982), 67.
- [2] A. Suzuki, M. Yamasaki and T. Ito, Biochemistry. **28** (1989), 6513.
- [3] J. X. Tang, S. Wong, P. T. Tran and P. A. Janmmey, Ber. Bunsengers. Phys. Chem. **100** (1996), 796.
- [4] K. Yoshikawa, M. Takahashi, V. V. Vasilevskaya, and A. R. Khokhlov, Phys. Rev. Lett. **76**, (1996), 3029.