

アクティブマター乱流のメゾスケール連続体モデル

荒木 亮

2020 年 9 月 6 日

目次

1	連続体モデル方程式の導出	1
1.1	仮定とその正当化	1
2	2次元安定性解析	2
3	方程式の無次元化	2
4	渦度方程式の導出	2
5	Fourier スペクトル法を用いた数値計算に向けて	2

1 連続体モデル方程式の導出

本節では、先行研究 [1]（とその supplemental material [2]）および同じ著者らによる論文 [3] に基づいて、高密度なバクテリア懸濁液などのアクティブマターをよく記述する連続体モデルを導出する。

1.1 仮定とその正当化

連続体モデルを導出するために次を仮定する。

仮定 1. 十分に高密度なバクテリア懸濁液（や自己推進ロッド (*SPR, Self Propelled Rods*) の集合）は、非圧縮アクティブ流体としてよく近似できる。

仮定 2. バクテリア流体の本質的なダイナミクスは平均流速 $\mathbf{v}(t, \mathbf{x})$ で捉えられる¹。

仮定 1 はバクテリア乱流の実験や SPR の数値計算において密度ゆらぎが小さいことから正当化できる。仮定 2 には議論の余地がある。アクティブマターはしばしば長距離相互作用をもち、このとき平均流速と平均の向きは *decouple* されているためである。しかし、十分に高密度な環境下ではこれらはよく *couple* する。そのため、仮定 2 は十分に高密度な環境で妥当としてよい。

¹ここでの「平均」は粗視化して連続場として捉えるという意味か？

2 2次元安定性解析

3 方程式の無次元化

4 渦度方程式の導出

5 **Fourier** スペクトル法を用いた数値計算に向けて

参考文献

- [1] Henricus H Wensink et al. Meso-scale turbulence in living fluids. *Proc. Natl. Acad. Sci. USA* 109.36 (2012).
- [2] Henricus H Wensink, Julia M Yeomans, and Raymond E Goldstein. Supporting Information Appendix : Meso-scale turbulence in living fluids. *Proc. Natl. Acad. Sci. USA* (2012), pp. 1–9.
- [3] Jörn Dunkel et al. Minimal continuum theories of structure formation in dense active fluids. *New J. Phys.* 15.22pp (2013), p. 45016.