

2016年度 中央大学特定課題研究費 ー研究報告書ー

所属	理工学部物理学科	身分	教授
氏名	脇田 順一		
NAME	Jun-ichi Wakita		

1. 研究課題

(和文) 2次元円形プール内における細菌集団運動

(英文) Collective Motion of Bacterial Cells in a Two-dimensional Circular Pool

2. 研究期間

2年間

3. 研究の概要 (背景・目的・研究計画・内容および成果 和文 600字程度、英文 50word程度)

(和文) 寒天培地上に作成した円形プール内にトラップされた枯草菌は、環境条件の違いにより様々な集団的振る舞いを示す。その振る舞いは、換算菌体長 λ (菌体長とプールの直径の比で定義される) と菌密度 ρ の組み合わせによって、(a) random motion, (b) turbulent motion, (c) one-way rotational motion, (d) two-way rotational motion, (e) random oscillatory motion, (f) ordered oscillatory motion の6種類に分類できることを確認している。この様子は2015年度から2016年度にかけて相図にまとめている。相図をみると、 λ の値には集団的振る舞いに質的変化を引き起こす2つの閾値が存在することがわかる。 λ をパラメータとして、 $\lambda \sim 0.1$ を境に ρ が低密度のときは“(a)→(c)”、 ρ が高密度のときは“(b)→(d)”、そして、 $\lambda \sim 0.2$ を境に ρ が低密度のときは“(c)→(e)”、 ρ が高密度のときは“(d)→(f)”の変化が確認されている。まず、2016年度は ρ が高密度のときの“(b)→(d)”の変化に着目し、周方向の運動を特徴づける秩序パラメータ Q (反時計回りを正とする) が $\lambda \sim 0.1$ を境に0から0.6へ急激に変化することを確認した。次に、2017年度は ρ が低密度のときの“(a)→(c)”の変化に着目し、この場合も Q が $\lambda \sim 0.1$ を境に急激に変化することを確認した。さらに、低密度の極限であるプール内に菌が1匹のみ存在する場合まで ρ の解析範囲を広げ、菌単体の系では Q は λ の値によらず0.1~1の範囲の値をランダムにとることを確認した。顕微鏡観察により、菌がプール壁に沿って滑らかに運動する場合は Q が1に近い値をとり、頻繁に運動の方向を変える場合は0.1に近い値をとることがわかった。菌は単体では培地の凸凹等によるノイズの影響を受けやすいことが示唆された。

(英文) Bacterial cells in a circular pool show various types of collective behavior depending on environmental condition. The behavior has been classified into six types by the combination of the reduced cell length λ and the cell density ρ : (a) random motion, (b) turbulent motion, (c) one-way rotational motion, (d) two-way rotational motion, (e) random oscillatory motion, (f) ordered oscillatory motion. The phase diagram shown as a function of λ and ρ indicates the existence of the critical value of λ where the collective behavior qualitatively changes. We confirmed that the order parameter Q , which characterizes the circumferential component of cell movement, drastically changes at $\lambda \sim 0.1$ except low-limit condition of ρ (only one bacterial cell exists in a pool). Our experimental results suggest that a single bacterial cell in a pool is easily influenced by the external noises such as inequalities of agar plate surface.