

単毛性細菌の遊泳方向の違いによる集団運動の差異

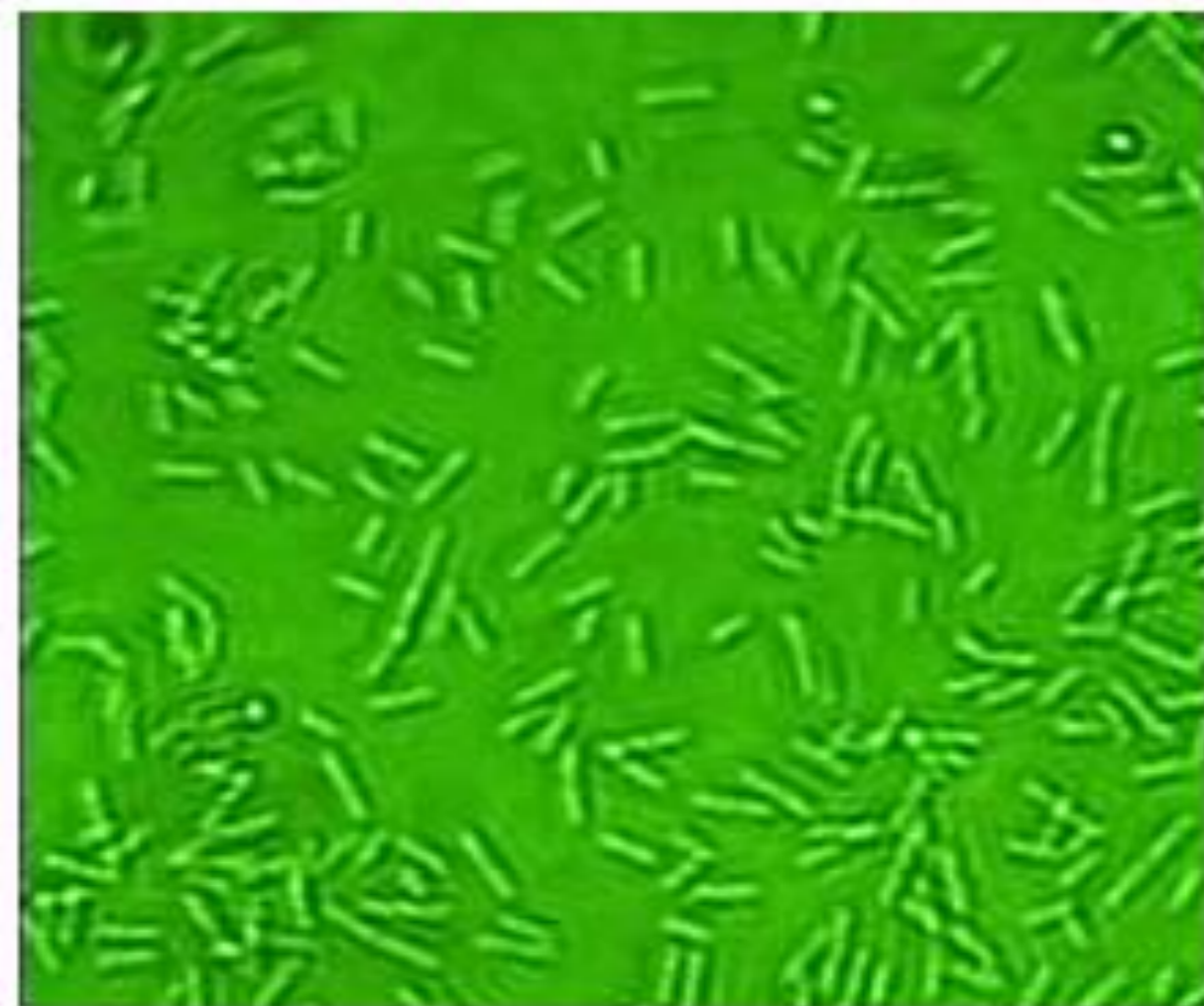
鳥取大学工学部 応用数理工学科

生体システム解析学研究室

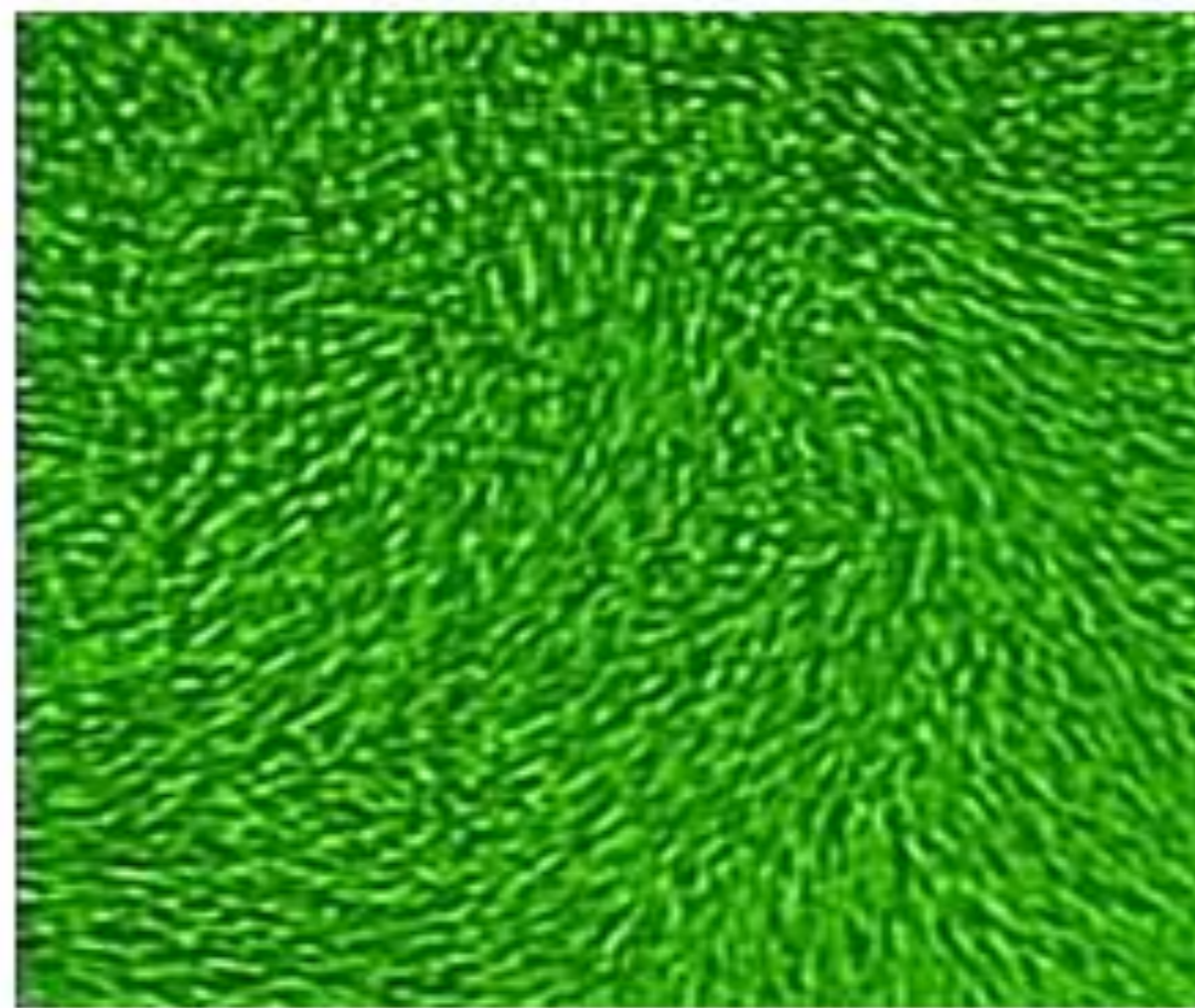
B11T8025B 田路 真也

細菌の運動

Swimming (単体運動)



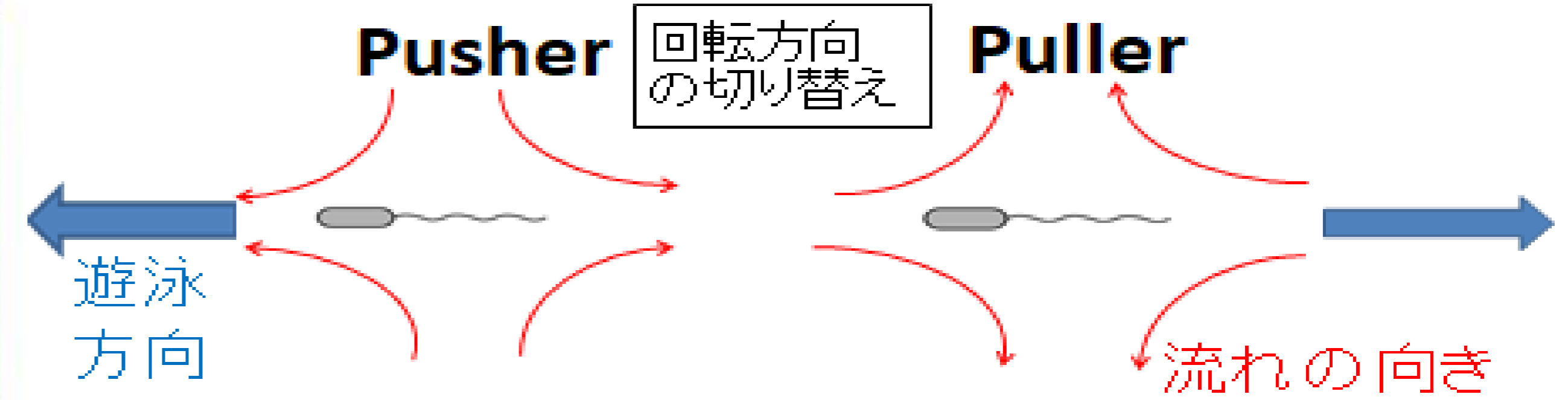
Swarming (集団運動)



らせん型のべん毛をべん毛モータにより回転させ推進
菌体の周りの流れ → 密集時に集団運動

研究背景と目的

べん毛1本の単毛性細菌の遊泳様式



シミュレーションではPullerは集団運動をしにくいとされている (K. Kyoya, et al., Physical Review E (2015))

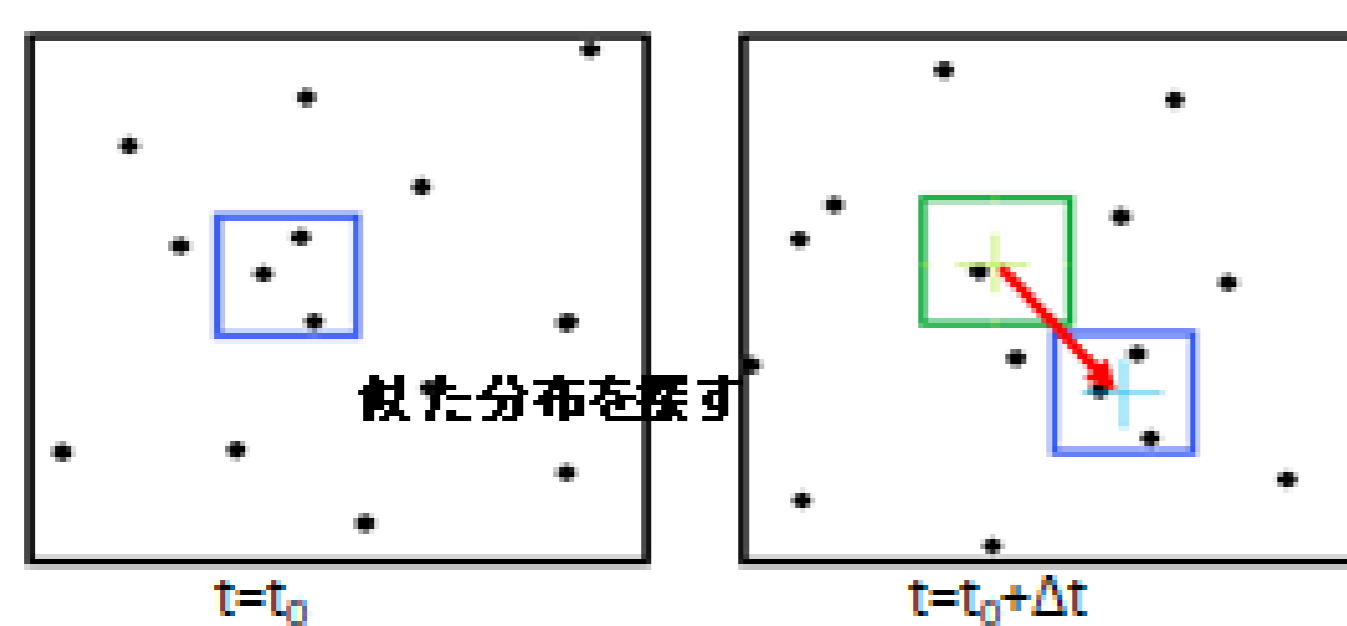
本研究

単毛性細菌のPusherとPullerを観察
→ 集団運動の違いを調査

PIV(粒子画像流速測定法)

流れの中に微粒子を混入させ、その動きを撮影し、個々の粒子あるいは粒子群の移動距離と撮影時間から流れの速度場を推定する方法。

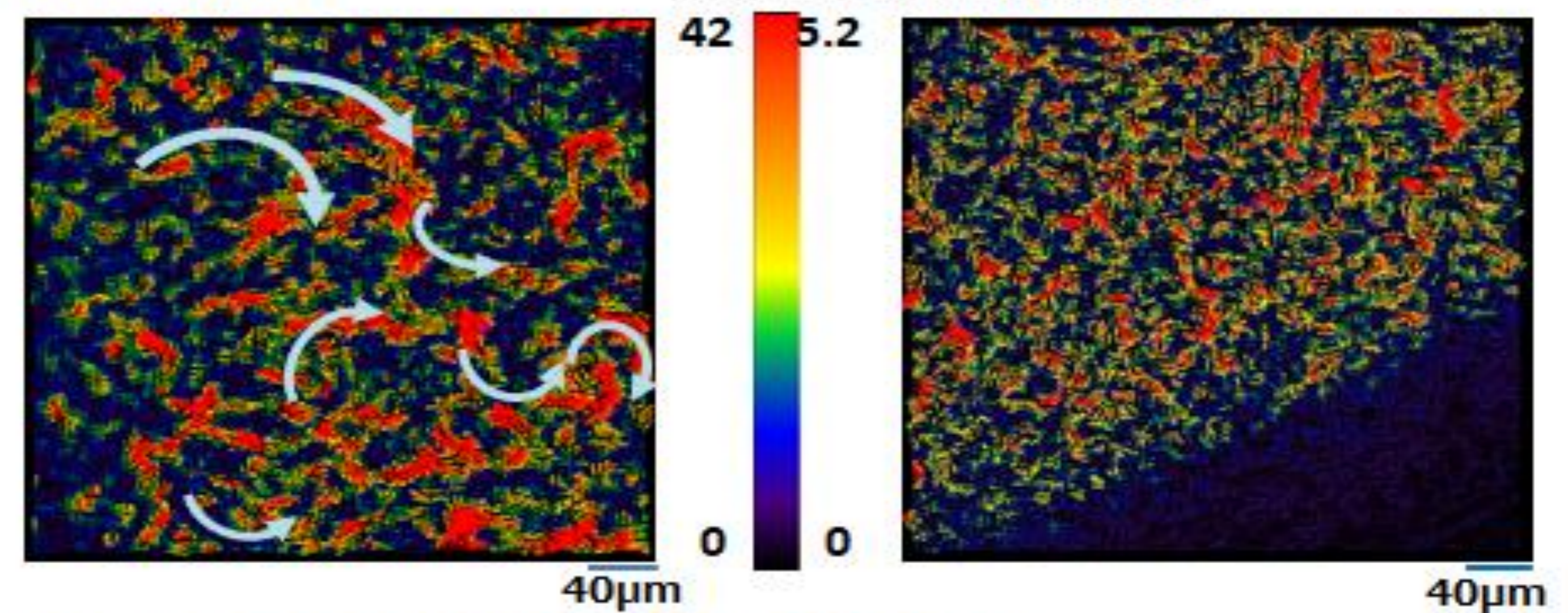
集団運動では細菌が密集 → 菌体をトレーサ粒子として解析



PIV結果(全体)

Pusher: YM42

μm/s Puller: NMB102

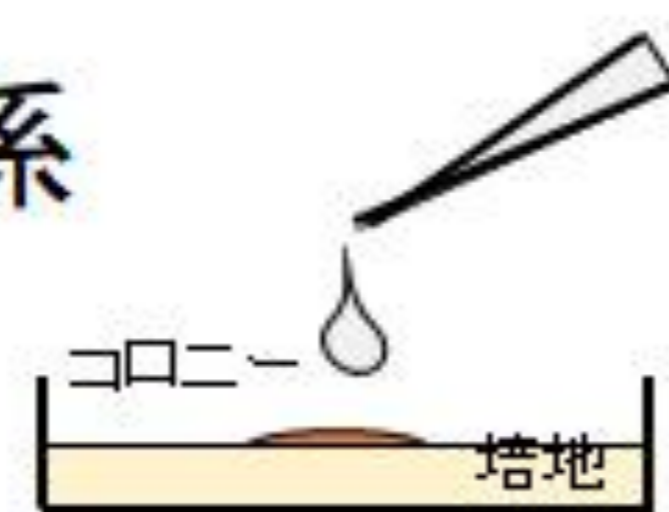


Pusher: ベクトル場の向きが連なり蛇行運動

Puller: 局所的にのみベクトルが揃う → 遊泳方向に対し側方に押し出される流れがあり菌同士が並びにくい
速度のスケールが小さい

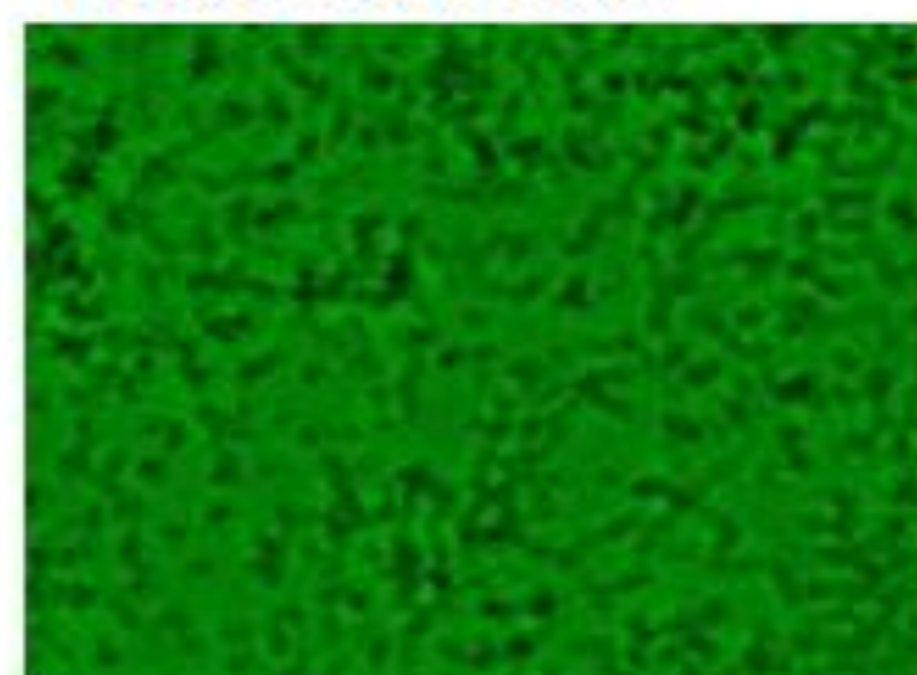
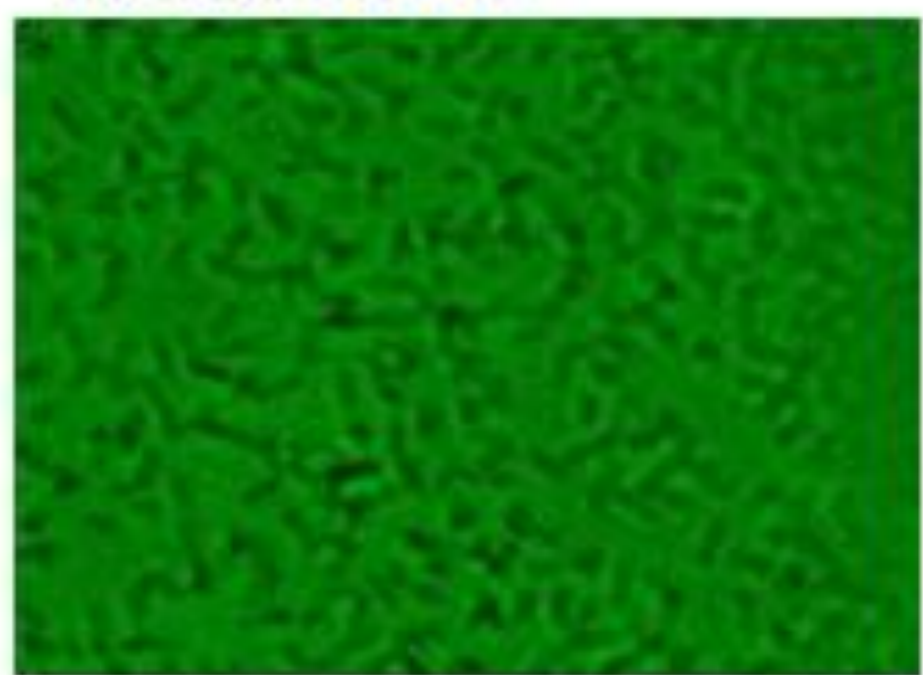
菌数密度と速度の関係

初めはBuffer内にまばらに菌が存在し遊泳するが、Bufferが寒天中に浸透するにつれて密度が増加する様子が観察された



Pusher: YM42

Puller: NMB102



正立顕微鏡
対物レンズ40倍
顕微鏡用デジタル
カメラ 1224x960
pixels

10μm

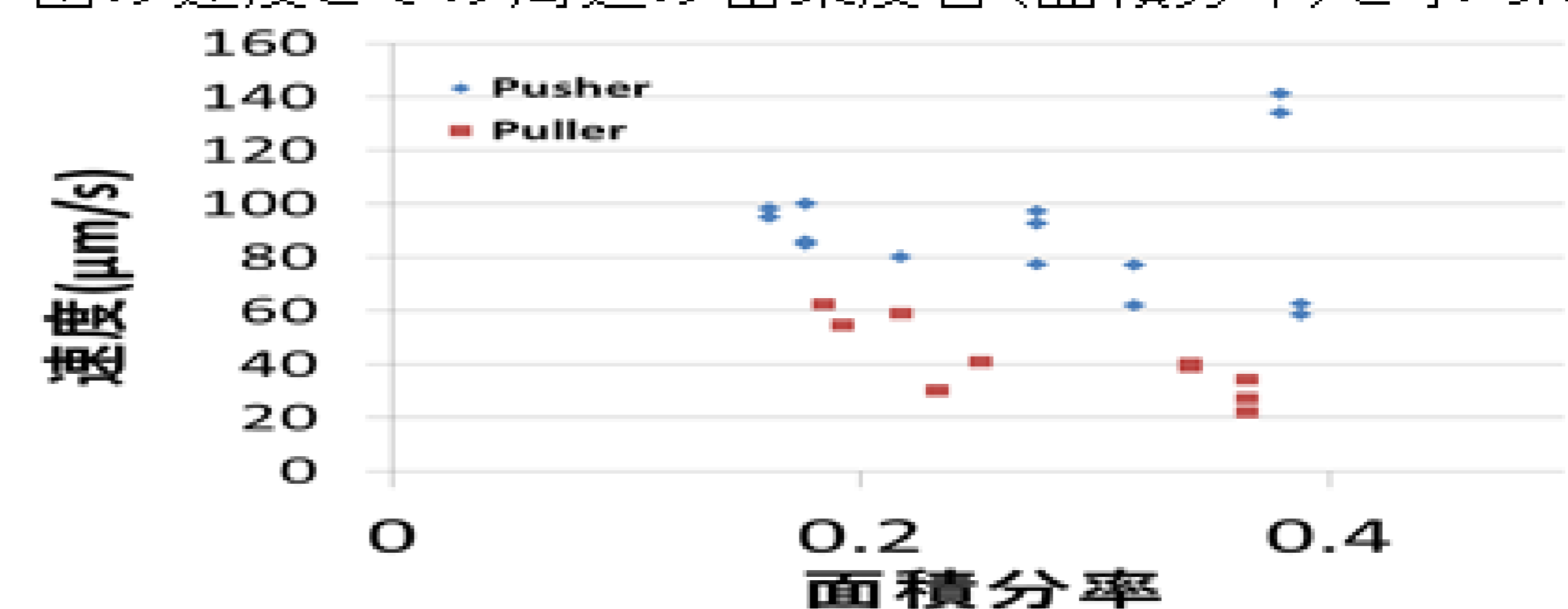
10μm

Pusher: 密集後も動く

Puller: 密集後動かなくなった

密度と速度の関係

菌の速度とその周辺の密集度合(面積分率)を求めた



シミュレーション: 面積分率が0.3の時、速度が4割減少 (K. Kyoya, et al., Physical Review E (2015))

Pusher: ばらつきが大きく、明確な傾向が見られない

Puller: 速度が小さくなる → シミュレーションと一致

結言

PIV解析

Pusher: ベクトル場の向きが連なり蛇行運動

Puller: 局所的にのみベクトルが揃う

Pullerは遊泳方向に対し側方に押し出される流れがあり、菌同士が並びにくい

密集時の速度変化

Pusher: ばらつきが大きく、明確な傾向が見られない

Puller: 速度が小さくなる → シミュレーション[1]と一致