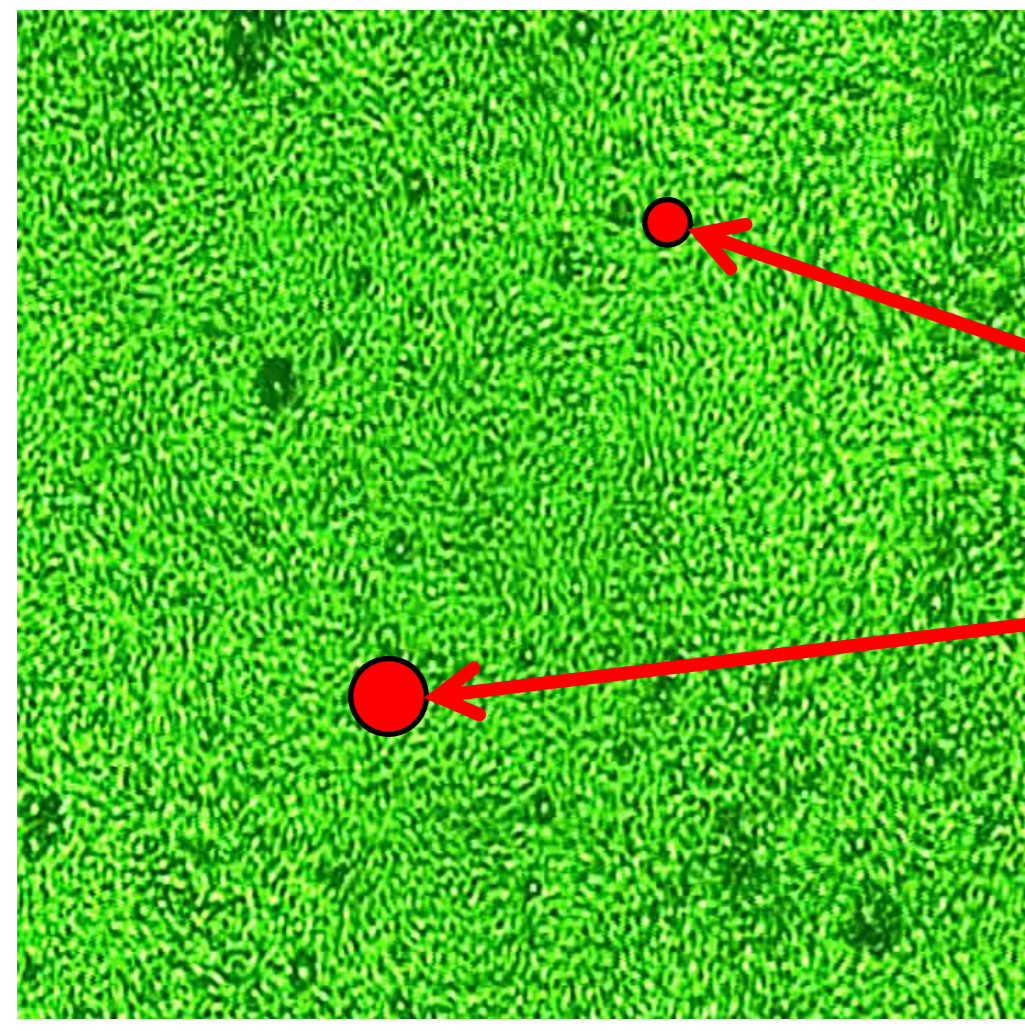


研究目的



直径4µm

直径10µm

細菌の集団運動 (Swarming) の中に
2種のビーズ(直径4µm、直径10µm)投入
実験試料: 枯草菌(*Bacillus subtilis*)
培地寒天濃度約0.6wt%のLB培地で培養

目的: 細菌の集団運動を利用した物質輸送

細菌の集団運動とビーズの拡散運動との関係の調査

- ・ビーズの速さと細菌の速さの比較
- ・細菌の集団運動によるビーズの平均二乗変位と時間の関係

ビーズと細菌の速さの比較

ビーズの運動の解析

- フリーソフトImageJ内のSpotTrackerを使用
- ビーズの位置座標を取得し移動距離から速さを求める

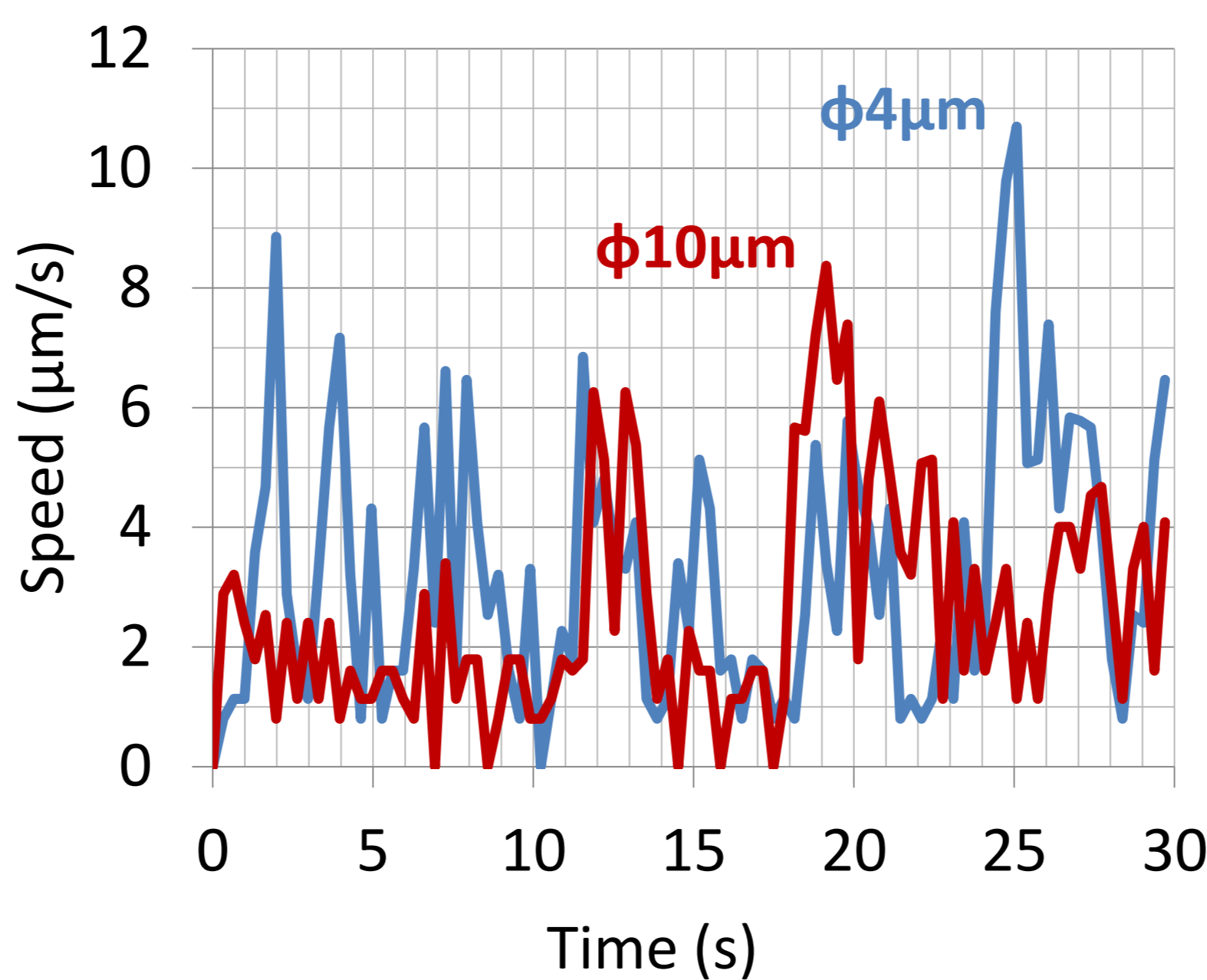
細菌の運動の解析

- フリーソフトImageJ内のPIV解析モジュールを使用

PIV (Particle Image Velocimetry)
粒子画像流速測定法

...ある領域内の微粒子群の移動距離と撮影時間から流れの速度を推定する手法

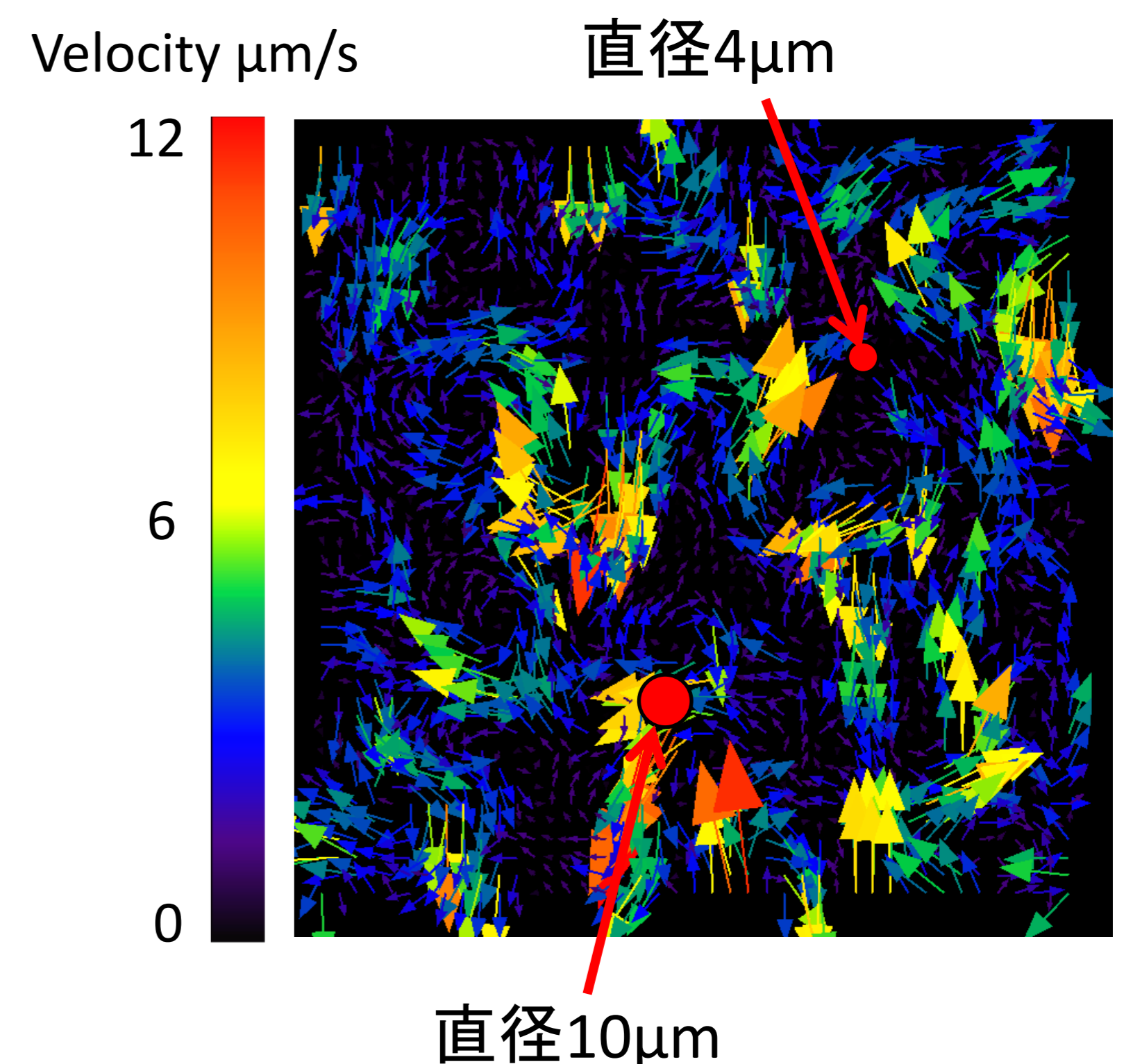
ビーズの速さ



直径4µmの方が直径10µmよりも短時間での速さの変化が激しい

ビーズと細菌の速さを比較
最大速さがほぼ等しい

細菌についてのPIVの結果



細菌の集団運動に乗り同じ速さで動くときもある

細菌の集団運動による拡散

ランダムなブラウン運動の関係式

$$\xi^2 = 4D\Delta t$$

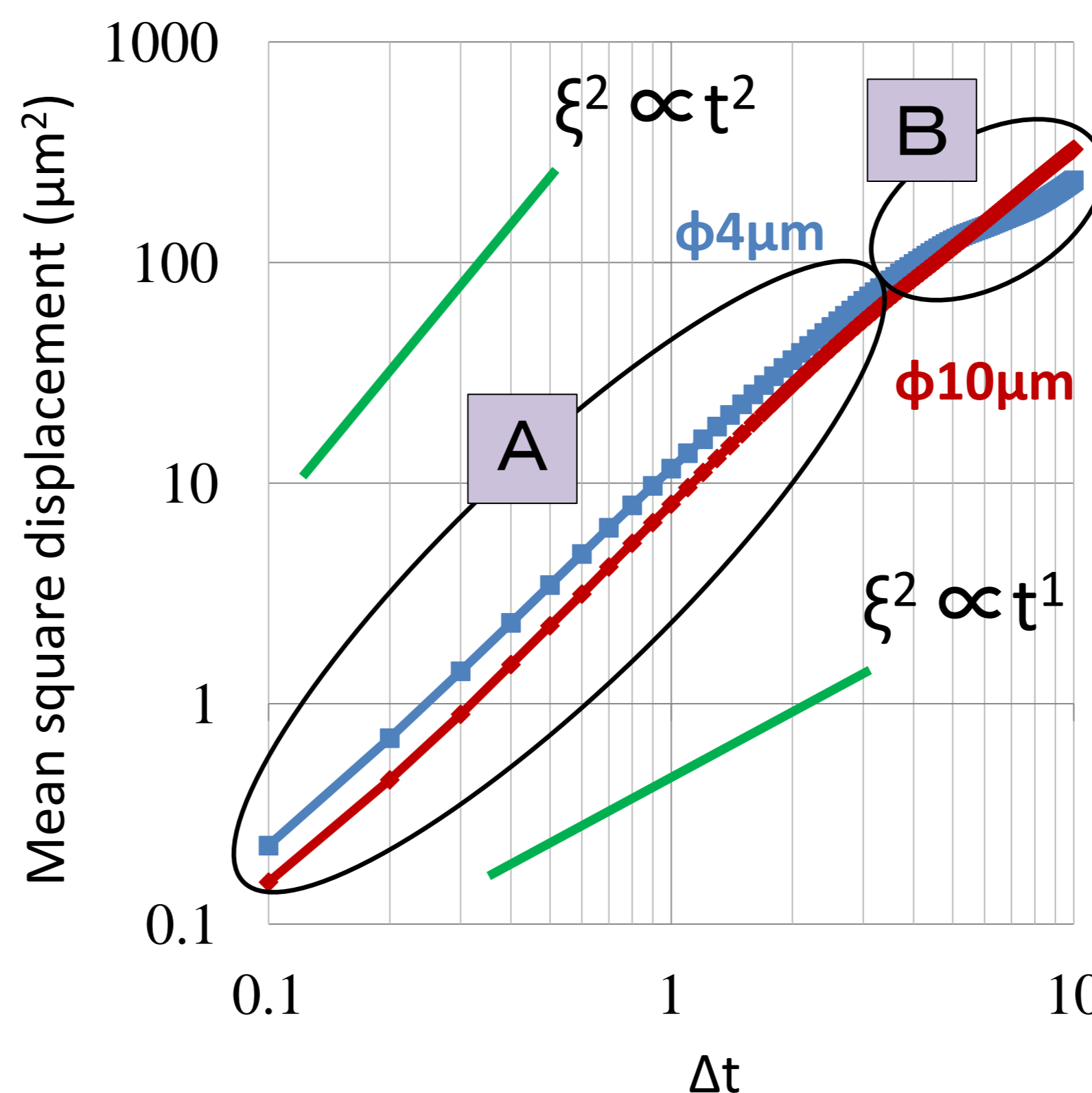
(D: 拡散係数, Δt : 時間, ξ : 移動距離)

細菌の集団運動による拡散を比較

平均二乗変位

$$\xi^2(\Delta t) = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N \{\xi_i(\Delta t)\}^2$$

時間 Δt 秒間に移動した直線距離 ξ_i の2乗をサンプル数Nで平均
サンプル数Nは0.1sごとに3個ずつ減少
 $\Delta t=0.1s$ のとき $N=897$ 、 $\Delta t=10s$ のとき $N=597$



領域A

直径4µm、直径10µmともに
グラフの傾き 1.6 - 1.7

平均二乗変位が時間の1.6 - 1.7乗に比例

領域B

直径4µmの傾き 0.9
直径10µmの傾き 1.5

細菌の集団運動よりも長い時間スケール経つとランダムな拡散になると推測できる

結言

細菌の集団運動による拡散は平均二乗変位が時間の1.6 - 1.7乗に比例

直径4µm、直径10µmのビーズは細菌の集団運動と同じ速さで動くときがある

ランダムな寄与による拡散よりも拡がる

細菌の集団運動を利用しビーズを動かせる

微小領域での攪拌操作への応用