

高分子水溶液中における単毛性細菌の遊泳運動の計測

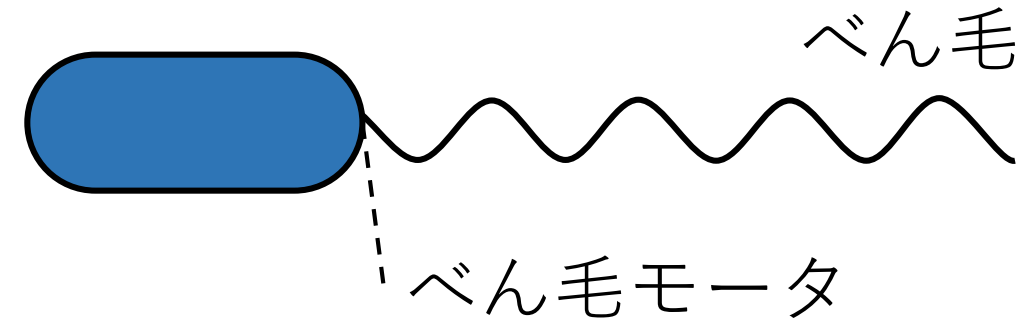
2021年卒 渡邊 光

研究背景

細菌の多くは螺旋型のべん毛を持ち
べん毛モータによってべん毛を回転させ遊泳する

細菌などの集合体が形成する
バイオフィームは**Shear thinning**性を持つ

せん断速度の増加に伴い
粘度が減少する



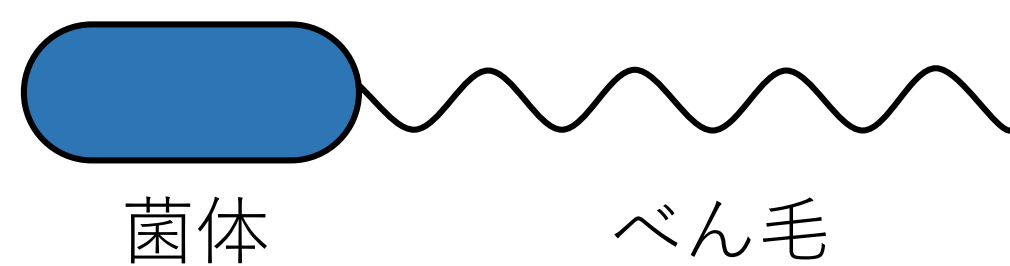
Shear thinning流体中の微生物の遊泳についての先行研究

イペリアトゲイモリ精子の推進効率 → 推進効率が增加する傾向
(螺旋型鞭毛で推進) 西岡晃伸, 2021

ウシ精子の運動特性 → 推進速度低下の軽減、直進性の増加
百武徹, 2020

螺旋型のべん毛を持つ細菌の遊泳にも同様な現象が起これると予想

細菌 単毛性細菌 (*Vibrio alginolyticus* YM4, ビブリオ菌)
菌体は棒型をしており、べん毛を極に一本持つ
HIB液体培地にて30°Cで6時間振とう培養



観察液 Buffer : HEPES, Glucose, NaCl, MgCl₂
Polyvinylpyrrolidone (PVP) } Bufferで希釈して
Methylcellulose (MC) } 観察液を作成

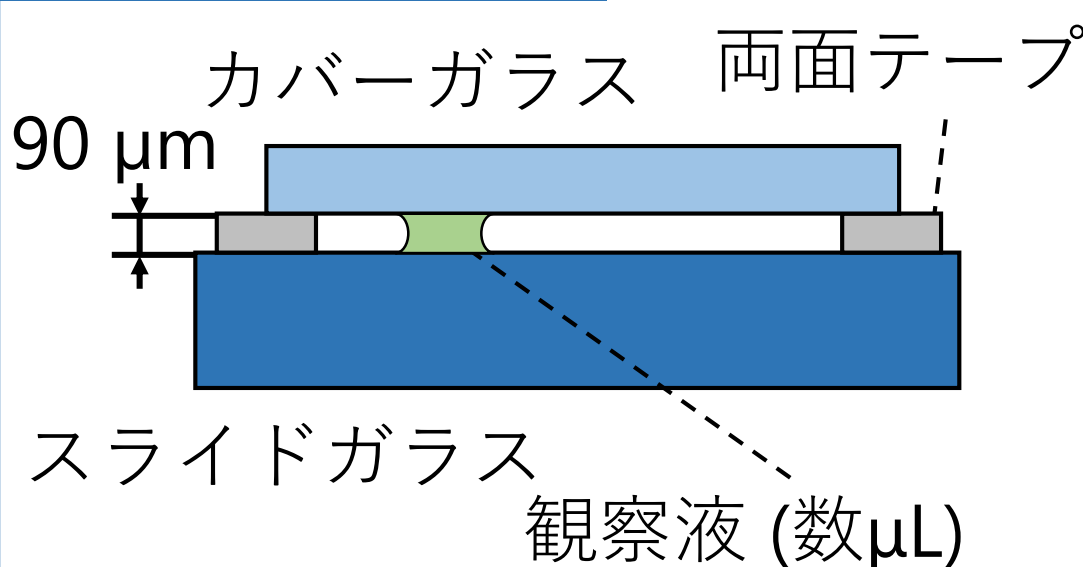
0.6% MC400	3% PVP	Bufferのみ
0.6% MC1500	5% PVP	
0.6% MC4000	7% PVP	

7種類の観察液を用いて細菌の遊泳を観察

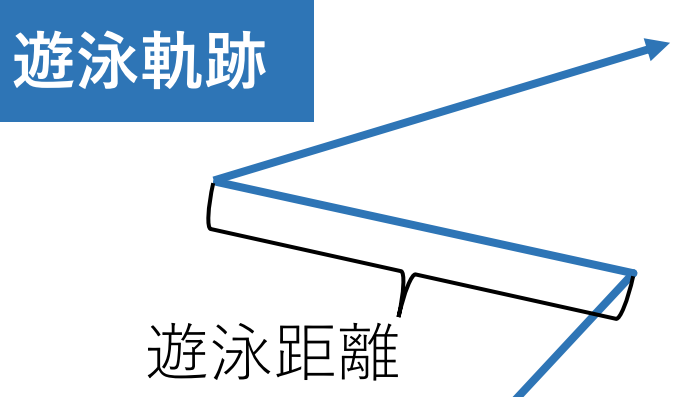
細菌の遊泳の観察・録画

倒立顕微鏡 (OLYMPUS, IX73)
高速度カメラ (DITECT, HAS-U2)

プレパラート

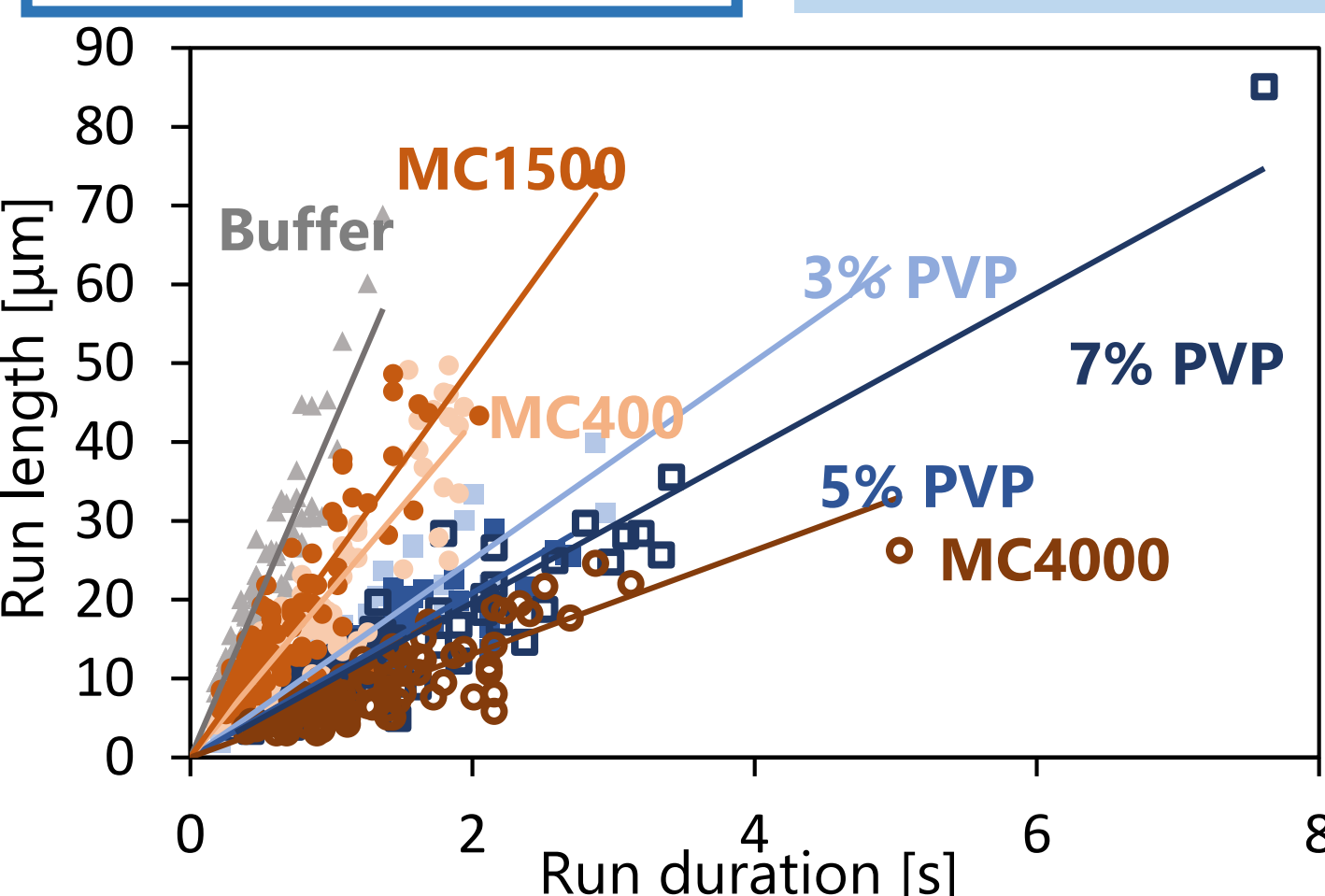


細菌の遊泳速度、遊泳距離、

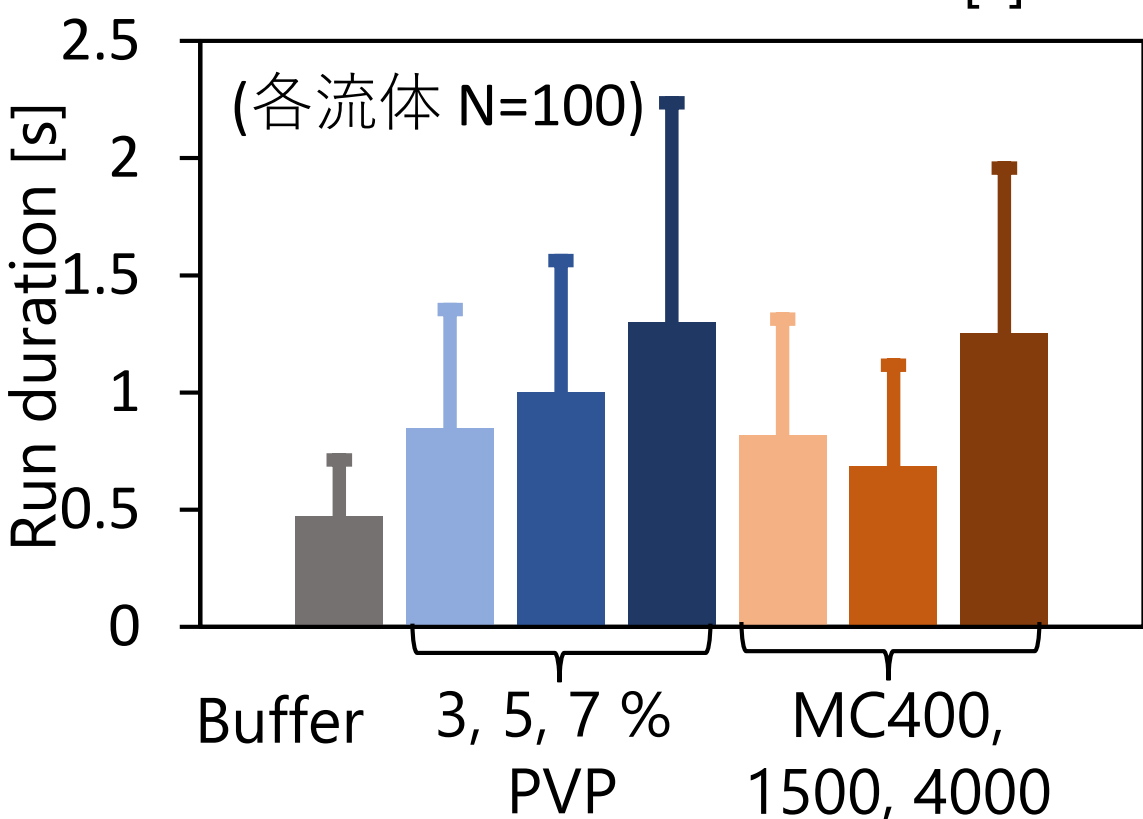


細菌はべん毛モータの回転方向を切り替えることにより
方向転換を行う

run ≡ 方向転換をしてから次の方向転換をする間の遊泳
runの継続時間 (run duration) : 1回のrunの時間
遊泳距離 (run length) : 1回のrunの距離



実線の傾きは各流体中の細菌の
遊泳速度を表す

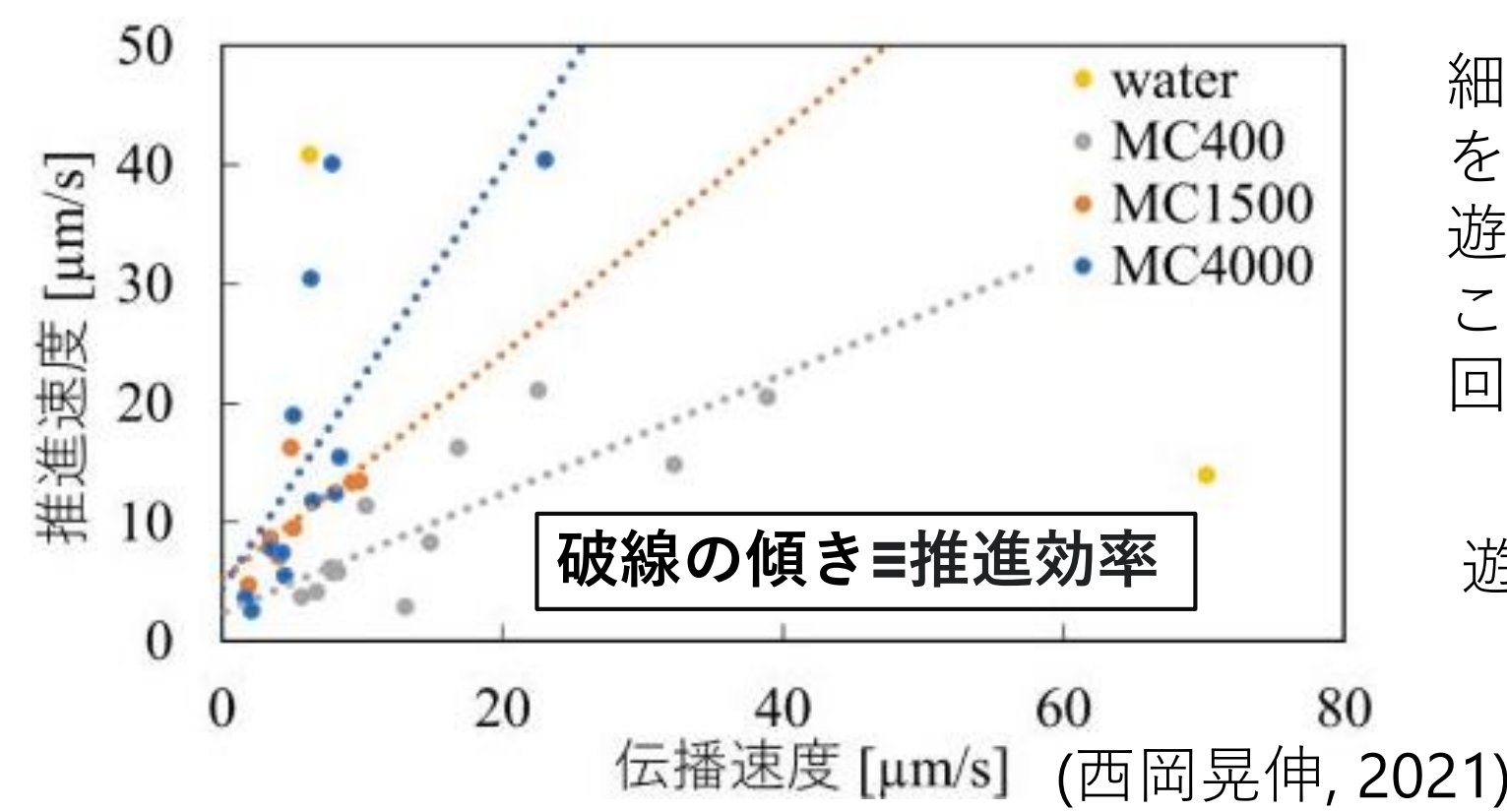


PVP (Newton流体)
遊泳速度: 粘度の違いによる差異無し
runの継続時間: 粘度の増大とともに漸増

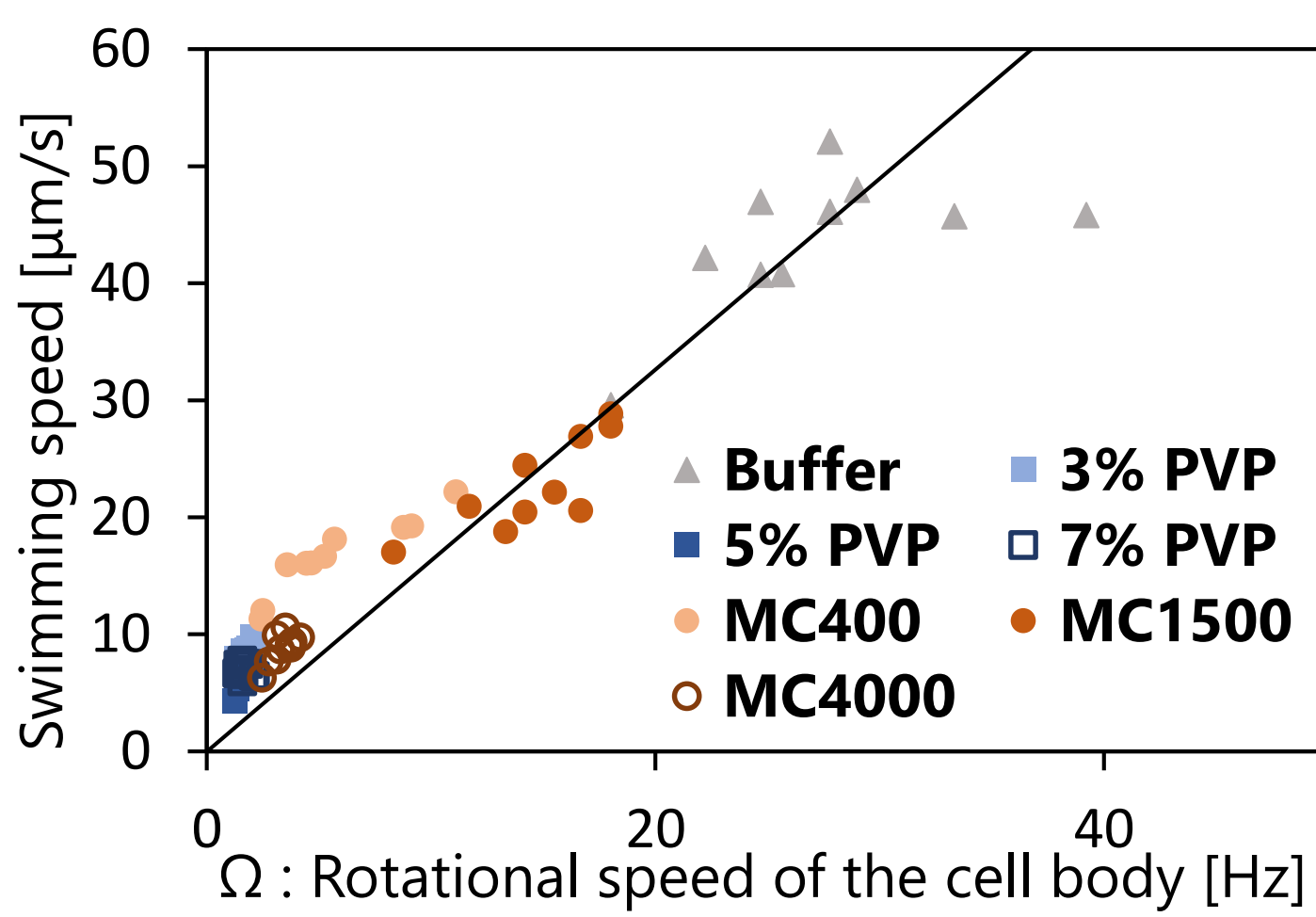
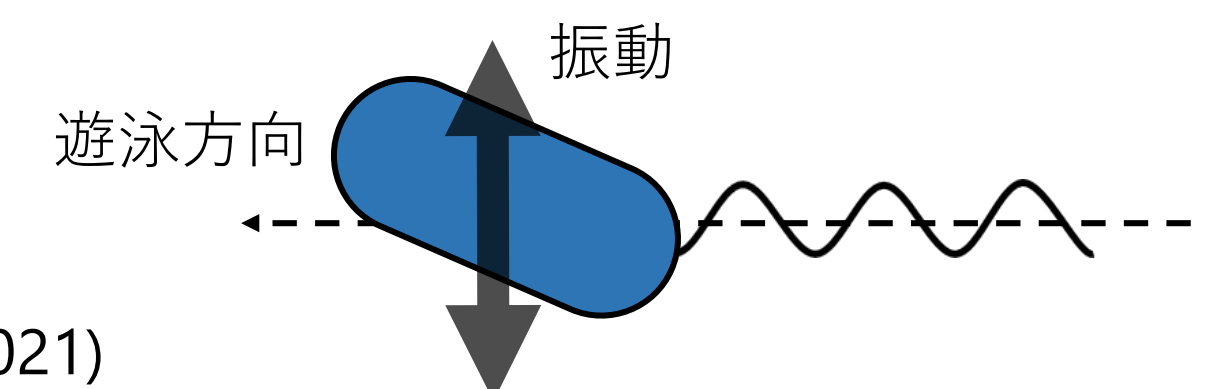
MC (Shear thinning流体)
遊泳速度: MC400とMC1500で差異無し
runの継続時間: 粘度の増大とともに漸増
(MC1500で最小)

細菌の回転数と遊泳速度

Shear thinning流体中ではイペリアトゲイモリ精子の推進効率は増加したことから
細菌でも少ない回転数で速い遊泳速度になることが予想される
そこで細菌の回転数と遊泳速度の関係を調査した

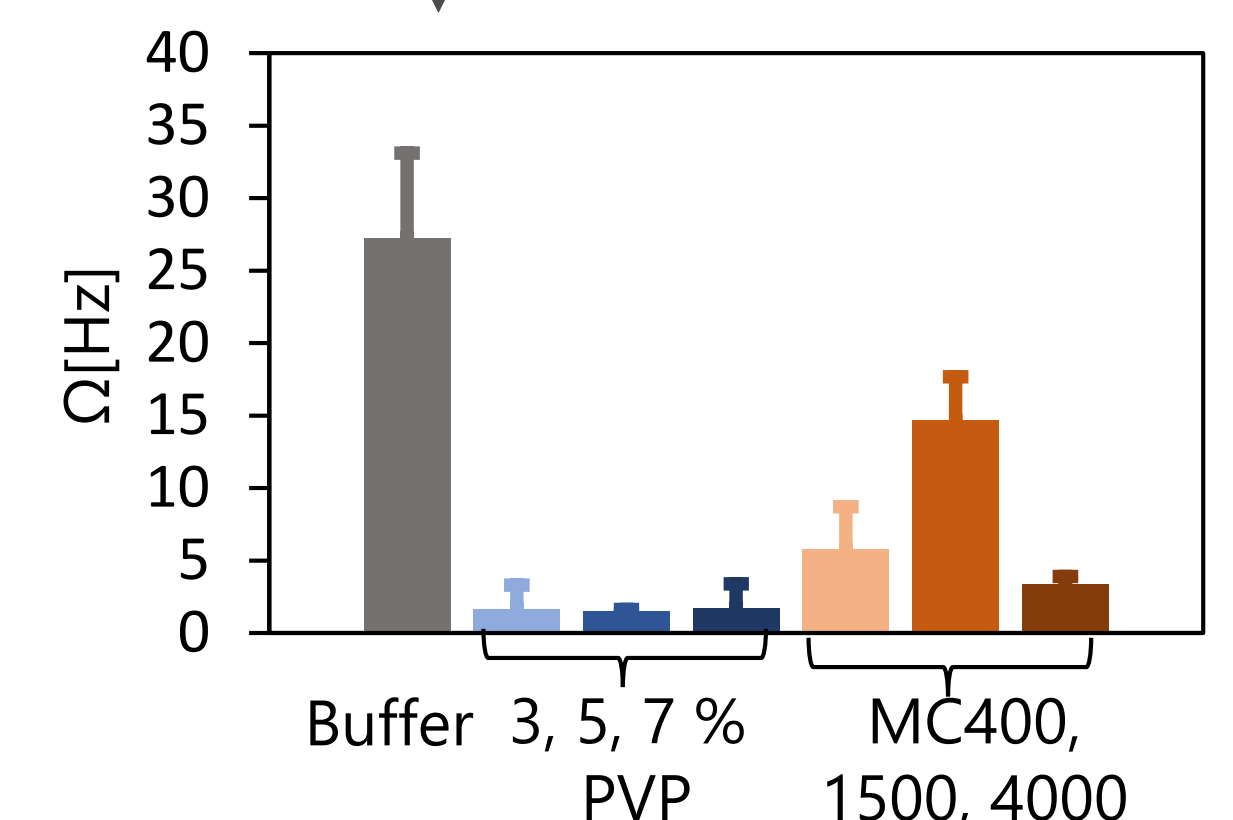


細菌が遊泳するとき菌体はべん毛のトルク
を打ち消すために反対方向に回転しており
遊泳方向に対して垂直方向に振動する
このときの菌体の回転数はべん毛モータの
回転数に比例する



実線: すべてのプロット点の近似直線
流体によらず実線にほぼ乗っていることから

高分子流体中の
細菌の遊泳速度 ∝ 菌体の回転数 Ω
流体によらず比例定数はほぼ等しい



PVP (Newton流体)
菌体の回転数は粘度の違い
による差異無し

MC (Shear thinning流体)
MC400→MC1500で菌体の
回転数が増加、MC1500で最大

結言

- ・単毛性細菌のNewton流体中、Shear thinning流体中での遊泳を観察
→ Shear thinning流体中、Newton流体中で違いは見られなかった
- ・菌体の回転数はNewton流体中では差異がないのに対し
Shear thinning流体中ではMC1500で最大となる結果となった