大阪大学大学院生命機能研究科　ナノ生体科学講座　生体機能分子計測研究室

石島研究室

教授　石島　秋彦
准教授　福岡　創
助教　蔡　栄淑

研究目的　生物の生きた機能を１分子レベルで明らかにする！！

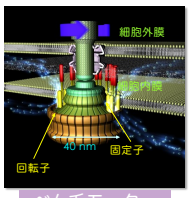
生物の生命活動は遺伝子やタンパク質などの生体分子によって営まれています．
生命現象の理解には“機能しているタンパク質を直接観る”ことが重要ですが，それは光学顕微鏡でしか捉えることができません．
生命現象を担う生体分子の機能を光学顕微鏡を用いて１分子レベルで計測することで，生物の織りなす生命現象の解明を目指しています．

研究対象

細胞はどのようにどのように移動するか？

生物には細胞内で，細胞自体が移動するための“動く”タンパク質（分子モーター）が必要です．

大腸菌

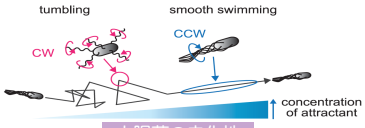


べん毛モーター

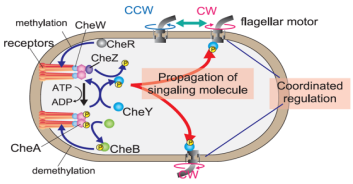
バクテリアのべん毛モーターは“生物界唯一”の回転運動器官です．１秒間に約1000回転もの速度で回転し，細胞遊泳の動力装置として働きます．

生物はどのように情報を感知するか？どのように伝えるか？

生物が生きるためには環境情報を処理しタンパク質等の機能や遺伝子発現を制御するシステムが必要不可欠です．

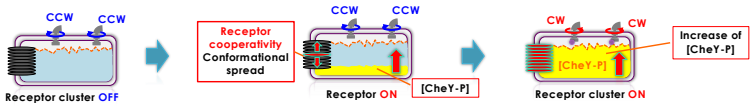


大腸菌の走化性



大腸菌の情報処理システム

走化性受容体クラスターの協同性



大腸菌のようなバクテリアには「脳」はありません．しかし，“一つの細胞”で環境をモニターし，情報を処理し，行動制御を行うシステムを持っており“思考する最も小さな生物”と言えます．私達は，このシンプルな情報伝達システムを明らかにすることで，様々な生物が根源的に持つ情報伝達システムを明らかにしたいと考えています．

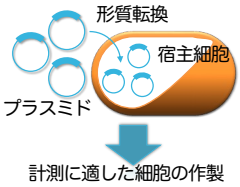
研究のアプローチ

- タンパク質の機能を“生きたタンパク質”で計測する
- 細胞による生体分子モーターの機能制御のメカニズムを“生きた細胞”で計測する
- １分子蛍光イメージング法で，細胞内のタンパク質を“生きた細胞内”かつ“１分子レベル”で観察する．
- １分子計測に適した光学顕微鏡などを自分で工夫して創り出す．

使用する手法

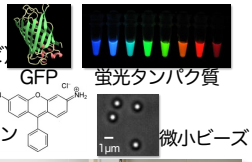
分子生物学・生化学的手法

遺伝子欠損株の作製
プラミドDNAの作製
タンパク質精製
SDS-PAGE
Western blotting



試料の標識

蛍光タパク質（GFP, mCherryなど）
蛍光色素（ローダミンなど）
微小ビーズ
金ナノ粒子



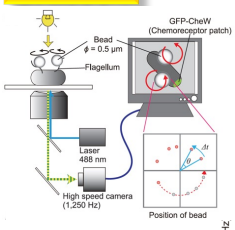
顕微鏡観察

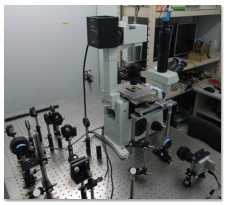
独自の光学顕微鏡の開発
高速・高感度カメラ
フォトダイオード

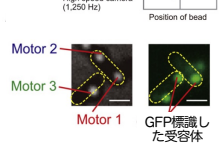
データ解析

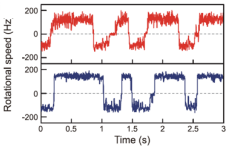
解析ソフトウェア
を作製します

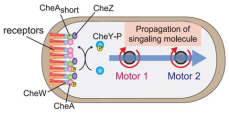
計測例１

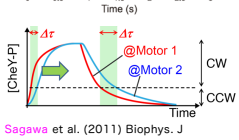








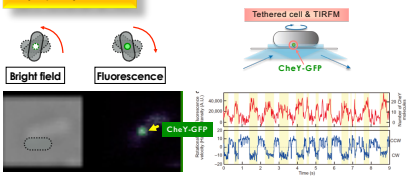




Terasawa, Fukuoka, Inoue, Sagawa et al. (2011) Biophys. J

Dual motor解析による細胞内シグナル伝達の定量化

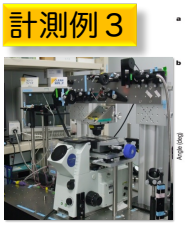
計測例２



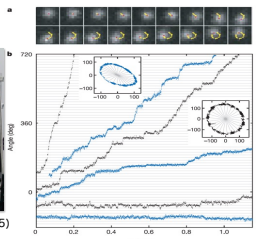
Fukuoka, Sagawa, Inoue et al. (2014). Sci Signal.

蛍光イメージングによるシグナル伝達を可視化

計測例３



Sowa, Ishijima et al. (2005) Nature

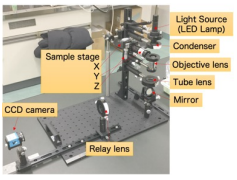


高時間分解能計測によるべん毛モーターのステップ運動の可視化

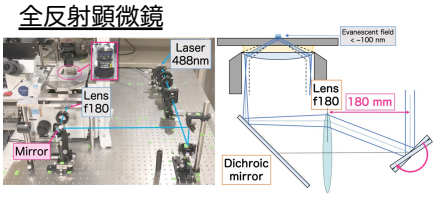
顕微鏡装置例

計測装置を自作しています

学生実験用自作顕微鏡

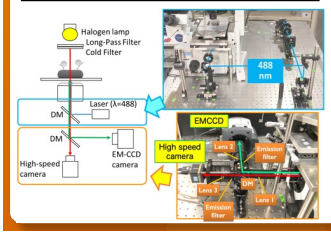


全反射顕微鏡

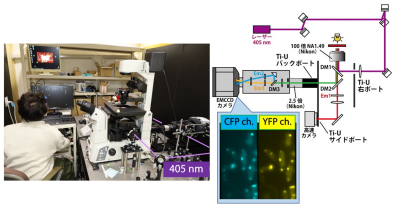


超高速観察用顕微鏡

蛍光-明視野同時観察顕微鏡



FRET-明視野同時観察顕微鏡



学生の関連する研究業績

- Fukuoka, Inoue, **Terasawa**, et al. (2010) *BBRC*
- **Terasawa**, Fukuoka, Inoue, **Sagawa** et al. (2011) *Biophys. J.*
- Fukuoka, **Sagawa**, et al. (2014) *Sci. Signal.*
- **Sagawa** et al. (2014) *Biophys. J.*
- Inoue, **Nagata**, et al. (2015) *ACSnano*
- Shimogonya, **Sawano**, Inoue et al. *(2015) Sci. Rep.*
- Che et al. (2020) *Biomolecules*
- Uchida et al. (2022) *J. Bacteriol.*

身に付く技術・知識

- 光学の知識（顕微鏡の設計・開発）
- 分子生物学（遺伝子操作）
- 生化学（immunoblotting等）
- ソフトウェア開発（機器制御，数値解析）

主な就職先

オリンパス株式会社
凸版印刷株式会社
中外臨床研究センター
材料科学技術振興財団
レーザーテック株式会社
新光化学株式会社
FLOX株式会社
武蔵野ホールディングス
分子科学研究所
JAL
グリコ
カプコン
伊藤園
パナソニックヘルスケア
非破壊検査株式会社
アステラス製薬
キリンホールディングス
湖池屋
住友商事
三菱商事
株式会社TAM
キーエンス