

先端研究拠点事業—国際戦略型—  
「ソフトマターと情報に関する非平衡ダイナミクス」  
共同研究プログラム 派遣報告書

2013 年 9 月 17 日

氏名(ふりがな)	内田 就也 (うちだ なりや)
所属機関・部局・専攻内の所属分野	東北大学 大学院理学研究科 物理学専攻
職名	助教
メールアドレス	uchida@cmpt.phys.tohoku.ac.jp
電話番号、FAX	022-795-7756

**派遣先**

受け入れ研究者氏名	Jean-François Joanny
所属機関(国)	キュリー研究所 (フランス)
身分	教授
メールアドレス	jean-francois.joanny@curie.fr
研究室 URL	<a href="http://umr168.curie.fr/en/research-groups/physical-approach-biological-problems/physical-approach-biological-problems-00266">http://umr168.curie.fr/en/research-groups/physical-approach-biological-problems/physical-approach-biological-problems-00266</a>
電話番号、FAX	+33 1 5624 6755 (+33 1 4633 1038)

受け入れ研究者氏名	Denis Bartolo
所属機関(国)	エコール・ノルマル・シュペリール・リヨン校 (フランス)
身分	教授
メールアドレス	denis.bartolo@ens-lyon.fr
研究室 URL	<a href="http://www.ens-lyon.fr/PHYSIQUE/index.php?langue=anglais&amp;page=equipe1&amp;souspage=membres">http://www.ens-lyon.fr/PHYSIQUE/index.php?langue=anglais&amp;page=equipe1&amp;souspage=membres</a>
電話番号、FAX	+33 1 4079 4715 (+33 1 4079 4523)

**共同研究**

研究課題名	和文	繊毛の集団運動による細胞泳動および物質輸送
	英文	Cell swimming and material transport by collective motion of cilia
派遣期間	2013 年 9 月 1 日～2013 年 9 月 13 日	

実際に行った研究活動、成果などを1-2ページ程度で記述してください。

キュリー研究所では流体力学相互作用による鞭毛や繊毛の同期現象と集団運動のモデルについて講演を行なった。またこれに関して J.-F. Joanny 氏と繊毛の弾性変形が同期現象に果たす役割について議論した。同氏らは内田らが先に提案した、周期的に変動する駆動力によって固定軌道上を運動する剛体球のモデルを拡張し、円軌道からのずれ（弾性変位）を許すモデルを解析したことを示したが、内田は任意形状の軌道からのずれを許すモデルの解析結果を示し、さらに多数の変形自由度を持つ回転子、特に弾性フィラメントへの拡張可能性について議論を進めた。弾性フィラメントを粗視化して一自由度の有効モデルに置き換えることが望ましいが、流体力学相互作用の長距離性、およびフィラメントと基盤（細胞膜）の接合点における特異性が粗視化の手続きを困難にしていることが確認された。今後、解析対象を剛体棒に絞って剛体球モデルへの粗視化を試みる方針である。また、胚の成長過程における繊毛の方向決定を司るシグナル蛋白質の発現が流体効果により影響されていることを示す実験結果が Joanny 氏より紹介された。これは繊毛列の方向秩序が流体力学相互作用によって自発的に形成されることを示す興味深い結果であり、シグナル蛋白質の発現を遅いフィードバック過程として取り込んだモデルの可能性を現在検討している。また本研究課題のテーマ以外にも、Joanny 氏からは弾性膜の座屈パターンと小腸の絨毛突起パターンの関連について教示を得た。また同研究所において以下の方々の研究内容を伺い議論をした。

J. Prost: 液晶エラストマーとアクティブゲルの力学特性の関連

P. Marque: アクトミオシン束における極性パターンのモデル

F. Graner: ハエの組織形成における細胞の方向秩序と粘弾性

P. Silberzan: バクテリアの化学走性

エコール・ノルマル・シュペリール・リヨン校では D. Bartolo 氏と、磁性ナノロッドを用いた人工繊毛の理論的側面について議論をした。同氏らは一様かつ回転する外部磁場によって人工繊毛を駆動すると流体力学相互作用によって繊毛運動の対称性が自発的に破れることを実験及び現象論的モデルで示しているが、より詳細な解析のため上記の剛体棒回転子モデルを用いる可能性を検討した。また析出性を持つ等方的な自己駆動粒子の集団運動のモデルや、多孔質中でのコロイド粒子や Hele-Shaw チャンネルにおけるマイクロ液滴の多体流体相互作用を解析するアイデアについて検討した。また同校において以下の方々の研究内容を伺い議論した。

J.-B. Caussin: 基盤上を転がるアクティブコロイドの集団運動

S. Manneville : ワームライクミセル溶液のシア・バンディング

S. Santucci: 粘着テープの剥離におけるスティック・スリップ

A. Steinberger: 非平衡状態におけるカシミール力の AFM 測定

V. Vidal: 粉体流動層に注入した気泡のパターン形成

A. Boudaud: 弾性膜の座屈パターンと植物の形態形成の関連

R. Everaers: DNA 凝縮体における高分子絡み合いのモデル

またリヨン第一大学の Christophe Ybert 氏を訪問して、自己駆動ヤヌス粒子の集団運動に関する実験結果を聞き、この系における流体力学相互作用の役割について討論した。