

研究交流計画の目標・概要

【研究交流目標】 交流期間（最長5年間）を通じての目標を記入してください。実施計画の基本となります。（自立的で継続的な国際研究交流拠点の構築と次世代の中核を担う若手研究者の育成の観点からご記入ください。）

エネルギーを消費しながら自発的運動を持続する物質や物体、およびそれらの集合体をアクティブ粒子系、自己駆動粒子系、あるいはアクティブマターなどと呼ぶ。通常のアクティブではない物質とは大きく異なり、継続的なエネルギーの注入と散逸を伴うことから、アクティブマターは必然的に強い非平衡状態にある。そのため、粒子集団の振る舞いを予測・解析する際に、通常の物質に対して有効な自由エネルギーに立脚した伝統的な統計熱力学の手法は通用しない。アクティブマターの最も典型的な例としては、水中を泳動する魚や微生物（バクテリアなど）の集団（図 1:左）、飛翔する鳥や昆虫の群れ（図 1:中）、基板上や生体内部で遊走・増殖する細胞の集合体（図 1:右）などの生物由来の系がある。それ以外にも、外力で駆動されたソフトマター系（クインケローラーなど）、化学エネルギーを消費して構成物に駆動力を発生させる生物模擬系（水面上の油滴や樟脳ボートなど）、ランダムな熱運動に加えて有指向の自走性を加えたアクティブブラウン粒子系、泳動する微生物を微小な機械として模擬したマイクロスイマー系など、様々な人工的アクティブマター系についても、近年、物理学的な視点から精力的な研究が行われている。これらのアクティブマターでは、自己組織化により通常の物質には見られない非自明で特異な集団運動が次々と報告されているが、その背後にある物理メカニズムや出現原理は謎のままである。本研究ネットワークでは「局所的にしか相互作用しないアクティブマター系がなぜ大域的な集団運動が出現し得るのか？」という物理学の重要な未解決問題（例えば物理学 70 の不思議：#63, #68）の解明に挑戦する。また、若手研究者の研究能力や国際性の向上のため、各拠点が相互にセミナー（日本ノード研究発表会や国際研究集会）や海外派遣を行う。

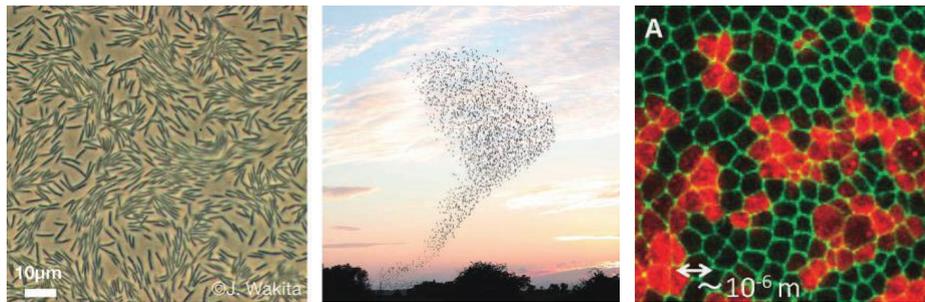


図 1. 左:バクテリア(枯草菌)がシャーレ内で集団運動している様子, 中:竜巻状に飛翔する鳥(ムクドリ)の群れ, 右:遊走・分裂する動物の上皮細胞【物理学 70 の不思議：#63 自走する粒子系としての細胞や生物集団のふるまい, #68 生命の物理 相互干渉する多スケール系の共通性と多様性, 日本物理学会創立 70 周年記念企画(2017)より転載】

【研究交流計画の概要】 我が国と交流相手国の拠点同士の協力関係に基づく多国間双方向交流として、どのように①共同研究、②セミナー、③研究者交流を効果的に組み合わせる実施するか、研究交流計画の概要を記入してください。

①共同研究:主な共同研究としては、(1)インテリジェントマター（自発的な外界適応性を持つアクティブマター）に関する研究を主に University of Warwick（英国）と、(2)大規模直接計算を用いたマイクロスイマー系の研究を主に TU Berlin（ドイツ）と、(3)アクティブマターの本質に迫る新しいモデル構築に関する研究を主に中国科学院大学（中国）とそれぞれ行い、(4)アクティブマターの集団運動の機構解明に迫るボトムアップ型アプローチの探求と、(5)長期的な研究協力課題の発掘等に関して、全ての拠点が共同して行う。

②セミナー等学術会合の開催:若手研究者の派遣と共同研究の成果を検討するため、国内研究者による日本ノード研究発表会を年 2 回程度行い、1 年目の終わりには、日本からの派遣研究者の成果(研究能力、国際性の向上、ネットワーク作り)を検討するため、全研究機関からの代表研究者を含んだ国際研究集会を京都で開催する。2 年目以降も同様に、国内研究者による日本ノード研究発表会を年 2 回程度行い、各年目の終わりには、英国、ドイツ、中国、日本において研究成果発表会を開催する。この時には予算の許す限り、本計画に参与した日本の研究者はもとより、相手国の研究者、指導者全員の参加を促す。

③研究者交流:日本側の若手研究者の研究能力、国際性の向上、ネットワーク作りのため、可能な限り多くの日本側の若手研究者を、共同研究テーマに応じて各国究機関へ派遣したい。相手国からも、年間数人は日本に来るように促したい。短期的な派遣終了毎に、その成果を確認するための発表会を開き、成果の本プロジェクトへの貢献を議論し、次回派遣の糧にすると共に、若手研究者の研究能力の向上に寄与したい。

[実施体制概念図] 本事業による経費支給期間(最長5年間)終了時までには構築する国際研究交流ネットワークの概念図を描いてください。

自己組織化するアクティブマターの物理学国際研究ネットワーク



ボトムアップ型アプローチの探求
集団運動の機構解明に迫る

長期的な研究協力課題の発掘

インテリジェントマター
自発的外界適用性

マイクロスイマー
大規模直接数値計算

新しいモデルの構築
アクティブマターの本質に迫る

GB 



Prof. Matthew S Turner


WARWICK
THE UNIVERSITY OF WARWICK

Warwick
Cambridge
Oxford
Edinburgh
IC London

DE 



Prof. Holger Stark


Technische
Universität
Berlin

TU Berlin

PTB Potsdam
Magdeburg Leipzig
Düsseldorf TU Dresden
MPI PKS Dresden
TU Darmstadt Bayreuth
Konstanz Vienna

CN 



Prof. Shigeyuki Komura



WUUCAS

UCAS
CAS
SJTU
GITIT