

**京都大学教育研究振興財団助成事業
成 果 報 告 書**

公益財団法人京都大学教育研究振興財団
会長 辻 井 昭 雄 様

所属部局 理学研究科 物理学・宇宙物理学専攻

職 名 講 師

氏 名 市 川 正 敏

助成の種類	平成24年度 ・ 研究成果公開支援 ・ 国際会議開催助成		
事業内容	国際シンポジウム "Self-organization and Emergent Dynamics in Active Soft Mat		
開催期間	平成25年 2月17日 ~ 平成25年 2月20日		
開催場所	京都大学 基礎物理学研究所 パナソニック国際交流ホール		
参加者	総数 190	内訳 日本国内 150, 独 8, 仏 5, 英 1, 伊 1, 印 1, 米 3, 蘭 1, イスラエル 1, 日本在住の外国籍 5	
成果の概要	タイトルは「成果の概要／報告者名」として、A4版2000字程度・和文で作成し、添付して下さい。「成果の概要」以外に添付する資料 <input type="checkbox"/> 無 <input checked="" type="checkbox"/> 有(アブストラクト集冊子)		
会計報告	事業に要した経費総額	4,752,333 円	
	うち当財団からの助成額	1,500,000 円	
	その他の資金の出所	基研運営費、京大物理GCOE、学振事業国際研究拠点、理学研究科運営費	
	経費の内訳と助成金の使途について		
	費 目	金 額 (円)	財団助成充当額 (円)
	海外招聘者旅費	2,981,556	1,223,536
	国内参加者旅費	768,000	0
	会場使用料(17日)	29,400	29,400
	会議費	236,500	112,500
アルバイト代(計13名)	182,700	130,200	
消耗品など	4,364	4,364	
HP, アブスト集作成費(業者委託)な	296,350	0	
当財団の助成について	(今回の助成に対する感想、今後の助成に望むこと等お書き下さい。助成事業の参考にさせていただきます。) 助成によって国際会議をつつがなく開催することが出来た事を世話人を代表して感謝申し上げます。財団というより京都大学理学研究科の問題と思うが、財団から大学の口座へ直接振り込み可能にしていただけると大金を抱えて銀行間を歩かなくて済むのでセキュリティ的にも助かります。		

平成24年度京都大学教育研究振興財団国際会議開催助成 成果の概要 / 市川 正敏 (理学研究科)

アクティブマターあるいはアクティブソフトマターとは、非線形・非平衡の物理学とソフトマター物理学の2つの分野が融合する中で生まれてきた新しい概念であり、生命現象の定量的理解という究極的目標をその射程におさめる野心的な分野である。広義には、なんらかの機構によって獲得した自由エネルギーを消費しながら自発的に運動あるいは変形する物質群を総称してアクティブマターと呼ぶ。このような系では、熱エネルギーや外力による運動とは質的に異なる輸送および協同現象が数多く出現することが近年の研究で次々と明らかにされている。そして、それらの現象の生成機構とともに、変形運動や非平衡ゆらぎの普遍的性質を探る研究が今、世界的に急速な進展を遂げている。本会議の目的は、アクティブマターの視点から、非平衡ソフトマターおよび非線形ダイナミクスに関する国内外の研究者を一堂に会し、活発な議論を通じて日本発の新しい研究の潮流を創り出すことにある。会議では、注目すべき成果をあげている内外の研究者20名程度を招聘し、会議の招待講演を依頼した。先進的な若手研究者に活発な発表と討論の機会を準備し、国内におけるこの分野の定着と発展および世界的な新たな潮流の創出に寄与することを目指した。

国際シンポジウム“Self-organization and emergent dynamics in active soft matter”は予定通り2013年の2月18日から20日の3日間にわたって基礎物理学研究所のパナソニックホールにおいて開催された。まず、オーガニゼーション的な側面から報告を行う。会期の3日間を通じて総計162名におよぶ参加者があり、そのうち海外からの参加者は33名に及んだ。更に、当初の予定を上回る参加希望を受け、テーマを絞った2つのサテライトミーティングを基礎物理学研究所の隣にある北部総合教育研究棟の益川ホールにて開催した。「アクティブマター」をメインピックに掲げる国内初の野心的な国際会議であったが、常時100名を超える出席者と共に、盛況のうちにすべての日程を終了する事が出来た。特筆すべきは、初日のオープニングトークから最終日の最後の講演に至るまで、頻繁に相当数の立ち見ができるほどに聴衆を集めたことである。このことは、この分野に対する国内の関心と期待の高さを明確に示すものである。また、運営上も会計上もいっさいの混乱を生じることなく、きわめて円滑に会議は進行した。

次に会議のサイエンティフィックな側面について総括を行う。本会議のプログラムは招待講演18件（うち海外からの招聘者13名）と一般講演6件（うち海外から3件）および71件のポスター発表から構成されていた。まず Golestanian, Ramaswamy によって、熱泳動によって自発的に運動するコロイド粒子の運動のメカニズム、およびそれらの分散系の示す集団運動と非平衡パターンダイナミクスについて報告がなされた。これらの報告は熱平衡

系では実現できない様々な集団現象を理論的に予測しており、今後の実験による検証を促す刺激的な内容であった。またこれらの系は、非平衡環境下で物理化学的な相互作用を利用して自発的な運動を生み出すタイプのアクティブマター研究であり、Kapral による報告はこれらの機構のシミュレーションによる解明を目指したものであった。

Mahadevan, Tanaka の報告では、それぞれターゲットは異なるものの、病気を引き起こす生物学的な機能不全の背後にある物理的および力学的なプロセスの重要性が指摘された。細胞および細胞集団の運動をアクティブマターの視点から捉えることで、様々な疾患の発生過程が一気に物理学の問題として現出することが、聴衆に衝撃を持って受け止められた。

Ishikawa, Chate, Ohta の報告では、自発的に運動する粒子集団の構造形成とそのメカニズムについて、主に数値的および理論的なアプローチによる取り組みが紹介された。これらの報告は、微生物溶液から大規模な「群れ」の運動にいたるスケールの異なる集団運動の背後に潜むユニバーサルな性質が明らかにされつつある、という強い印象を聴衆に与えた。また Kudrolli による実験的報告はこれらの理論的予測を発展的に検証している。

Marenduzzo はアクティブゲルの理論にもとづいて細胞運動に似たゲルの自発的な運動を計算機上で実現することが可能であることを示した。これは現状で我々が手にしているアクティブマター理論を限界まで押し進めて得られた結果であり、細胞運動の支配的なメカニズムが「物理的」である可能性を示唆する注目すべき報告といえる。真核細胞の運動とその集団運動のメカニズムを実験的に探る試みとして、Koedenrink および Silberzan らによる報告がなされた。複雑な細胞運動の背後に普遍的に成立する性質を明らかにしようとする一貫した哲学にもとづいてデザインされた実験であり、どちらの報告も今後の理論的発展を大いに刺激する内容であった。この路線をさらに押し進めたものとして、Nakagaki による粘菌の実験研究は、細胞運動を動物行動学的な視点まで含めて非線形ダイナミクスの枠組みに回収しようという野心的かつ独創的なものであり、注目を集めた。

Yoshikawa の講演では生体高分子から組織に至る幅広いスケールにおいて生命を物理的に記述するための青写真が、いくつかの具体的な研究成果とともに示された。さらに Showalter は結合振動子の視点から、Mikhailov はタンパクの折りたたみと機能についてそれぞれアクティブマターに関わる研究成果を報告した。

最終日の最後のセッションでは、Ishiwata によって筋肉の自励振動のメカニズムを探る詳細な研究成果が理論実験の両面から報告された。世界トップレベルの生物物理学の技術と手法によって得られた成果をアクティブマターの視点から捉えることで、問題の新鮮な切り口が見えてくることを聴衆は実感した。最後の講演では Prost が細胞分裂のメカニクスに関して、シンプルであるが深い洞察にもとづいたアプローチを提出した。細胞分裂は生命を持続する活動の根幹をなすプロセスであるが、そのメカニズムの多くは未だに謎に包まれている。この報告で示された方向性は、後続の研究を力強く導くものである。

以上 18 件の招待講演に加え、6 件の一般講演も報告された。どれも内容的に招待講演に

劣らないあるいは上回るレベルの報告がなされ、会議全体のサイエンティフィックなレベルを押し上げることにおおいに貢献した。二日目午後のポスターセッションでは71件のポスター発表が行われ、非常に活発な議論が行われた。三日間の会議を通じて、質疑応答と休憩時間にはつねに活発な議論と交流がなされ、その様子は日本におけるアクティブマター研究の急速な成長を深く印象づけた。

今回の会議は、実験および理論物理学者、生物および生物物理学者、工学・情報学研究者、応用数学者など多様なバックグラウンドをもつ研究者を一堂に会し、相互のコミュニケーションを促進する場を提供したという点で、他の物理系会議とは一線を画すといえる。また、この分野における日本の貢献と潜在的な可能性に大いに注目し、今後のつながりを一層強化しようという海外の研究者が確実に増えていることを実感する機会であった。将来への見通しを大いに拡大するという点でも、本会議は成功を収めたといえる。今後も国内においてこのような会議を発展的に継続していく努力が必要であると考えられる。

アクティブマター研究はその性格上、分野横断的な学際的活動である。別の言い方をすれば、既存の分野において重要なトピックの研究を深化するとともに、まったく異なった分野間の共同研究や交流が不可欠である。特に物理学者と生物科学の研究者の親密な相互作用は、アクティブマター研究における要諦ともいえる。加えて実験と理論の二人三脚の研究体制は、この分野において魅力的で力強い研究成果を発信するために必須の要件である。日本の現状を顧みると、この点に関しては海外の現状から学ぶべきところは多い。今回の会議を通して顕在化したこのような論点を参加者が共有し、その知見を今後の国内の研究活性化と推進のためにフィードバックしていくことが望まれる。

最後に、この会議に資金面から多大なる援助を下された京都大学教育研究振興財団に、世話人を代表して深く感謝したい。

