

**京都大学教育研究振興財団助成事業  
成 果 報 告 書**

平成27年 9月12日

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

職 名 教授

氏 名 佐々真一

助成の種類	<b>平成27年度・研究成果公開支援・国際会議開催助成</b>			
事業内容	非平衡系におけるゆらぎと構造の普遍法則を探る国際会議			
開催期間	平成27年8月20日 ～ 平成27年8月23日			
開催場所	京都大学 芝蘭会館			
参加者	総数 202名	内 訳 日本:177名, 台湾:8名, アメリカ・ドイツ・フランス・ フィリピン:各3名, 他		
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 checked="" type="checkbox"/> 無 <input type="checkbox"/> 有( )			
会計報告	事業に要した経費総額	5,882,945 円		
	うち当財団からの助成額	1,000,000 円		
	その他の資金の出所	東京大学管理科研費、京都大学運営費、 日本万国博覧会記念基金事業助成金、参加費、懇親会費		
	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)	
	会場使用料、会場関連費	1,214,504		
	要旨集印刷製本費	172,368		
	海外招待講演者旅費	2,814,728	586,035	
	国内旅費	275,220	263,965	
	謝金	171,800	150,000	
飲食費	1,039,006			
業務委託費	151,200			
通信費・雑費	44,119			
合 計	5,882,945	1,000,000		
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。)			

## 成 果 の 概 要

京都大学理学研究科 佐々真一

8月20日から23日まで京都大学紫蘭会館において「非平衡系におけるゆらぎと構造の普遍法則を探る国際会議」を開催した。本会議では、海外からの招待講演が10件、国内からの招待講演が10件、一般講演が3件、ポスター発表が129件あった。参加者数は202名（日本：177名、台湾：8名、アメリカ・ドイツ・フィリピン・フランス：3名ずつ、その他）であり、活発な議論が行われた。

本会議の大きな特徴は、幅広い研究対象に対する最新の成果の発表が連続的に有機的に組織されたことにある。例えば、分野横断的なシンポジウムなら、それぞれの分野の一流の成果が発表されることがあっても、それぞれの発表がつながることはない。逆に、専門領域に焦点をあてた研究会なら、濃密な議論はなされるが、参加者の専門分野から遠いテーマが話題になることはない。本会議の場合、小林氏の「量子ドットにおける近藤効果」と Luisi 氏の「生命とは何か」が両端に位置している。この二つだけを並べるとそこに何等かの関係を見出すのは不可能である。しかしながら、会議全体を通してみると、そこに繋がりを見ることができる。それを可能にするのが「ゆらぎと構造の協奏」である。

小林氏の講演では、電流ゆらぎから量子多体相関を読み取るのが鍵となっている。この「ゆらぎから何かを読み取る」というのが様々な講演で繰り返し登場する。そのために、「ゆらぎを精度よく検出すること」が必要なだけでなく、「どのようなゆらぎを測れば何が得られることになるのか」という理解も必要になる。例えば、沙川氏の講演と Seifert 氏の講演ではともに細胞の情報処理が議論され、生物系が行っている情報処理を普遍的な定量化を介して捉えようとする。マクロエンジンに対する熱力学第2法則をゆらぎの世界に持ち込んだのは20年前だが、現在ではさらに踏み込んで、熱力学第2法則よりも強い制限をゆらぎの普遍的な法則として定式化しようとしている。その量こそが生物系の情報処理を特徴づける可能性がある。幾つかの量およびそれに関わる関係式が提案されており、現時点では確定した状況にはないが、今後、実験による測定、理論的なさらなる検討により、焦点が絞られるであろう。そのためには、よく制御された系での精密測定が必要である。Pekola 氏の講演で紹介された単一電子回路系はフィードバック制御にともなう第2法則の拡張を精密に測定可能となるようにデザインされている。始まったばかりだが、このような技術が蓄積されていくことで、ゆらぎの普遍法則が発見確立されるだろう。

Luisi 氏の講演題目の「生命とは何か」は100年以上に渡って繰り返し議論されてきた問いである。当然様々な論点があるが、膜を使って人工的に細胞を構成する試みの重要性が強調された。菅原氏の講演では、その方向での最先端の結果が報告された。そこには「ゆらぎの法則」が関わることはなく、ある種の職人的な化学的知見にもとづいて「複製する人工膜」がデザインされる。成功例だけをみると、複製して当然のように作動する凜とした構造物に見えるが、そこに至るに

は研究者の膨大な失敗例があったはずである。ところで、自然現象としての「複製機構の創出」に、研究者の営みはなく、粛々した自然現象の結果として生じているはずだ。つまり、構造（今の場合「複製機構」のこと）が創出される法則があったはずである。構造がないところではもやもやしているだけでゆらぎの世界である。そして、その世界から構造が生じるときには、ゆらぎの法則が関わっているはずである。先に述べたゆらぎの普遍法則の研究の延長としてその法則が到達するとき、ゆらぎと構造の協奏が達成されることになる。

複製機構の創出はいわゆる自己組織化現象と異なっているように思える。研究者にはその現象を簡単に再現できないことからそう推測するのだが、それでは境界は何だろうか。生物系におけるゆらぎ、ダイナミクス、集団現象をどのように位置づけられるのだろうか。好村氏、MacKintosh 氏、内田氏、澤井氏、Levine 氏の講演で報告された現象や解析を通じて、その点について再考する機会となった。さらに生物系から物理系と変わってもそのまま残る現象がある。Baigl 氏、Bechinger 氏、水野氏の講演で解析された系は、生物の振る舞いを意識しつつも、生物との対応は直接的ではなくなっている。そして、折原氏と Lavrentovich 氏の講演で液晶中のゆらぎに至って物理系になる。（ただし、Lavrentovich 氏は液晶にバクテリアをいれてしまうが。）また、宮崎氏と Ladiu 氏の講演では、ガラス系に対する結果が報告されたが、ジャミング系と MacKintosh 氏が解析した「混雑系」が交錯し、ゆらぎの非線形応答による解析は対象を超えうる期待を抱かせた。最後に、平野氏と Chapman 氏の冷却原子系の非平衡ダイナミクスの報告で、量子系の自己組織化現象に到達し、量子相関を検出する小林氏の講演とつながる。

歴史をひもとけば、グランスドルフ氏とプリゴジン氏の「構造、安定性、ゆらぎ」が出版されたのが 1970 年代である。あれから 40 年、ゆらぎと構造をめぐる議論として、質的に新しいものが生まれたかどうか。理論的理解の風景は変わった。実験技術は進歩した。研究対象は変わった。真のブレークスルーを達成するためにより一層努力したい。