

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

年 月 日

氏名(ふりがな)	北畑裕之 (きたはた ひろゆき)
所属機関・部局・専攻内の所属分野	千葉大学・大学院理学研究科・生命情報物理学研究室
職名	准教授
メールアドレス	kitahata@physics.s.chiba-u.ac.jp
電話番号、FAX	TEL/FAX : 043-290-3723

派遣先

受け入れ研究者氏名	Alexander Mikhailov
所属機関(国)	フリッツハーバー研究所(ドイツ)
身分	教授
メールアドレス	mikhailov@fhi-berlin.mpg.de
研究室 URL	http://www.fhi-berlin.mpg.de/complsys/mik/
電話番号、FAX	Tel: +49 30 8413 5122 Fax: +49 30 8413 5106

共同研究

研究課題名	和文	パターン形成と結合した自発的運動に関する研究
	英文	Spontaneous motion coupled with pattern formation
派遣期間	H26.2.13 - 2.25	

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。

非平衡条件下において時間的・空間的秩序を自発的に生成するような系は、反応拡散系などでよく知られており、長年にわたって研究されてきた。これまでは主に空間のパターンの形成メカニズムに重点をおいた研究が多く行われてきており、特に BZ (Belousov-Zhabotinsky) 反応に代表されるような化学反応系を利用した系を対象に研究されることが多かった。しかしながら、これまで研究されてきたパターン形成では、物質は拡散によりその近傍と結合するだけであり、バルクとしての運動を考慮されることは少なかった。そこで、私は、これまで時間的・空間的秩序を利用して、物質そのものが運動するような系について研究を進めてきた。そこで、本共同研究プログラムでは、このようなパターン形成と結合した自発運動の研究を進めるうえで、理論面、実験面でアドバイスをもらったり、共同研究をはじめたりできる可能性のあるドイツの2研究室を訪問することとした。

まず、2月14日～19日にかけてベルリン、フリッツハーバーインスティテュート (Fritz-Haber-Institut der Max-Planck-Gesellschaft) の Mikhailov 教授の研究室を訪問した。Mikhailov 教授は、非平衡系における秩序形成に詳しく、Active matter と関係した研究も精力的に行っている。そこで、まず、最近、私が行っている界面張力で駆動される粒子の形状と運動の関係に関する研究内容を紹介した。その研究内容はすでに、Physical Review E 誌、および Physica D 誌に掲載されているものである。すでに発表した論文においては、考える自己駆動粒子の形状は、円形の形状からの変形を摂動的に取り扱うものであった。このような手法で、楕円形状の粒子の運動方向が、界面張力を下げる物質を拡散しながら自発的に動く系においては短軸方向に限られることを明らかにしてきた。しかしながら、今後考えるべきことは

まだまだ残っており、そのような内容についてそれぞれ Mikhailov 教授と議論し、その一部は共同研究としても進めることができるのではないかという話になった。特に、変形を摂動的に取り扱うことができないうらい円からずれている場合についてどのように取り扱うことができるのかを議論した。楕円形で大変形している場合には、現在、濃度場の記述のために用いている三角関数と変形 Bessel 関数の代わりに Matheiu 関数と変形 Matheiu 関数が必要になる。この取り扱い方については複雑であるが、議論を進めることは可能であろうという結論に達した。また、一般的な形状の扱いについては、Phase-field モデルを用いて記述することで可能になるのではないかという議論をしていた。また、粒子ではなく、液滴のように変形が可能な場合についてどのような枠組みで記述できるかについても議論した。この場合には、流体力学の枠組みを用いて、液滴にかかる力を記述する必要がある。この記述が可能になれば、一般的に運動が形状に与える影響と、形状が運動に与える影響を議論することができるようになり、具体的な自発運動系について、どのような運動と形状のカップリングが起こるのかを導くプロシジャーを与えることになると期待される。これらについては、今後共同研究に発展する可能性がある。ほかにも Mikhailov 研究室に所属している秦研究員らとも議論した。その議論の中では、秦研究員が行っているネットワーク系上でのパターン形成について議論した。

また、2月16日～18日にかけては、Mikhailov 教授らとともに"Pattern Formation in Chemistry and Biophysics"に関する研究会（第18回 Harz Seminar）に参加し、口頭発表を行うとともに、おもにドイツ国内から参加していた研究者らと議論した。特に、本 Core-to-core プログラムに参画している Markus Hauser 教授（University of Magdeburg）、Markus Baer 教授（Physikalisch-Technische Bundesanstalt）も参加しており、発表内容について、アドバイスをもらったり今後の発展性について議論したりした。また、他の発表者の発表を聞き、特に化学系、生命系におけるパターン形成に関する研究の最新の動向についての情報を収集することができた。

次に、2月20日にミュンヘンに移動し、2月21日～24日にかけてミュンヘン大学（Ludwig-Maximilians-Universität München）Braun 教授研究室を訪問した。特に、現在博士研究員として所属している鳥谷部研究員と議論を行った。その中では、パターン形成と結合した自発運動や、形状に依存した自発運動について紹介したのち、実際の生命現象の中でそのようなメカニズムが用いられている系がないかや、工業的な応用面として役立つことがないかについて議論した。また、Braun 研究室で行っているマイクロ流路の技術などを使って新しい実験系をデザインできないかについても議論した。また、鳥谷部研究員が行っている DNA を用いた進化の過程を実験室内で再現しようとする試みについても数理モデルの観点から何か言えないかなどを議論した。