

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」
研究者交流プログラム 派遣報告書

年 月 日

氏名(ふりがな)	小谷野 由紀 (こやの 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
身分・学年 (学生の場合は指導教員名)	博士前期過程・1年 (北畑 裕之)
メールアドレス	y.koyano@chiba-u.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)	Fritz-Haber Institute (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	有限領域における自己駆動素子の数理解析
	英文	Mathematical Analysis of Self-driven Device in a Finite Region
場所 (国名・都市)	ドイツ・ベルリン	
派遣期間	H26.2.13 - 2.25	

粒子から拡散される物質が作る場によって粒子自身が駆動される現象が知られている。そのような場との相互作用で駆動力が決まる自己駆動粒子を有限領域におくと、領域の境界が場に影響し、場によって駆動される粒子の運動相にも影響する。粒子が持続的に運動エネルギーを散逸する現象は非平衡系で実現され、粒子の駆動メカニズムが非線形であるため運動相に分岐現象がみられることがある。私は、自己駆動粒子の具体的な数理モデルを解析し、有限領域に置かれた粒子の運動相とその分岐構造について研究を行ってきた。具体的には、「1次元有限領域における自己駆動粒子の運動の分岐解析」と「回転対称性・反転対称性を持つ空間2次元力学系の解析」の2テーマを遂行中である。本プログラムでは、議論を通してこれまで行ってきた解析について更に理解を深めるとともに共同研究の端緒を探るため、また、現在行っている解析を検証する実験系構築のヒントを得るためにドイツの2研究室を訪問することとした。

まず、2月14日から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 教授の研究室では、遂行中の2つの研究テーマについて Mikhailov 教授や研究室のメンバーと議論した。「1次元有限領域における自己駆動粒子の運動の分岐解析」については、自己駆動粒子のおかれている場が粒子の運動にどのように影響するかを議論した。この点についてはシステムの境界がある場合 (有限領域) とない場合 (無限に広い領域) それぞれにおける解析結果を比較すればよいが、比較によって明らかになった相違点の理解のための議論を行った。有限領域には境界が2つあるが、境界が1つだけ (半無限領域) の場合を議論することにより直感に近い理解を与えることができた。「回転対称性・反転対称性を持つ空間2次元力学系の解析」については、対称性のある空間2次元内で起こりうる運動として振動や回転が考えられるのでそれぞれに対応する解の安定性解析の結果を示し、その発展性について議論した。特に振動しながら振

動面が回転する運動の実現可能性について、現在まで考えていた次元以外の次元を考える必要がありそうだということを、議論を通して見いだした。この点については得られたフィードバックを元に更に解析を進め、今後も議論を重ねたいと考えている。

ベルリン滞在期間中である 16 日～18 日にドイツ国内の研究会（18th Harzseminar ”Strukturbildung in Chemie und Biophysik”）に Mikahailov 教授らとともに参加し、”Bifurcation analysis of self-driven particles in a 1-D finite region” というタイトルで口頭発表を行った。この研究会には研究分野の近い、ベルリン近郊のいくつかの大学や研究機関の研究員のメンバーが参加していたので、新たな知見や自身の研究に対するコメントが得られるだけでなく、ドイツ国内の多くの研究者と交流する機会となった。また、私にとって英語による口頭発表は今回が初めてであり、発表の準備や発表本番での質疑応答は良い経験になった。

次に、2 月 20 日にミュンヘンに移動し、2 月 21 日から 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。「1 次元有限領域における自己駆動粒子の運動の分岐解析」については、数理モデルに整合する実験系の構築に向けて、具体的な実験系に関して、問題点とその解決策について議論した。自己駆動粒子から拡散される物質が作る場によって粒子自身が駆動される現象として水面に樟脳粒を浮かべた系を想定し、水の粘性と樟脳粒の受ける抵抗の関係、また、水の粘性をグリセリン等の高分子を加えて粘性を変えたときの拡散係数や表面張力の変化について考えた。「回転対称性・反転対称性を持つ空間 2 次元力学系の解析」については生物学においてモデルとなる系について議論した。この解析では系の対称性や系の中心からの距離に線形な復元力の存在などのいくつかの条件しか課していないため、条件が成り立つ範囲で一般的な議論を展開しているものの、解析の結果を適用できる具体的な系を多くは考えられていなかった。また、研究室にある実験装置の見学をさせていただいた。私の所属する研究室とは行われている実験がずいぶん異なるので、研究会の発表等では知ることのできない実験の様子がわかり、研究内容の理解につながった。