

## 先端研究拠点事業 平成23年度 事業実績報告書

平成24年 4月 2日

|             |  |
|-------------|--|
| 採用番号        | 23002  |
| 領域          | 数物系科学  |
| 分科          | 物理学  |
| 細目          | 生物物理・化学物理  |
| 分科細目コード     | 4310   |
| 研究交流課題名（和文） | ソフトマターの非平衡ダイナミクスに関する国際研究ネットワーク   |
| 研究交流課題名（英文） | International research network for non-equilibrium dynamics of soft matter |
| 採用期間        | 平成23年 4月 1日 ～ 平成25年 3月31日（24ヶ月）  |

### 《実施組織体制》

#### 日本側

|                   |                      |
|-------------------|----------------------|
| 拠点機関名             | 京都大学大学院理学研究科         |
| 実施組織代表者（所属・職・氏名）  | 京都大学・大学院理学研究科長・山極 壽一 |
| コーディネーター（所属・職・氏名） | 大学院理学研究科・教授・太田 隆夫    |
| 協力機関数             | 8                    |
| 参加者数              | 130                  |

#### 相手国1

|                   |                                   |
|-------------------|-----------------------------------|
| 国名                | ドイツ                               |
| 拠点機関名             | デュッセルドルフ大学                        |
| コーディネーター（所属・職・氏名） | デュッセルドルフ大学物理学教室・教授・Hartmut LOEWEN |
| 協力機関数             | 8                                 |
| 参加者数              | 16                                |

#### 相手国2

|                   |                             |
|-------------------|-----------------------------|
| 国名                | フランス                        |
| 拠点機関名             | 原子エネルギーコミッション               |
| コーディネーター（所属・職・氏名） | 凝縮系物理学部門・上級研究員・Hugues CHATE |
| 協力機関数             | 6                           |
| 参加者数              | 21                          |

※交流相手国が複数の場合、適宜、枠を追加して記入すること。

## 交流目標の達成（見込）状況

目標の達成（見込）状況を、A～Eのそれぞれの観点から、ポイントを絞って記載すること。

A 学術的な成果 B 持続的な協力関係の基盤構築 C 若手研究者育成における成果

D 国際的学術情報の収集整備 E 事業の波及効果

### ① 平成23年度事業計画における達成目標

A 学術的成果に関しては、ソフトマターの非平衡ダイナミクスの主たる研究対象である、液晶、コロイド、非平衡揺らぎ、アクティブソフトマターの理論的・実験的研究をドイツ、フランスのそれぞれの専門家と研究連携を行う。全体を包括する概念として「非平衡相転移」をかかげ、統一性のある学術研究を進める。

B 持続的な協力関係の基盤構築に関しては、ドイツは元来、ソフトマターの非線形ダイナミクスに優れた研究者が多く、それらの研究者とこれまで築いてきた協力関係をさらに押し進める。フランスでは、脂質分子膜やガラスダイナミクスに卓越した研究が行われており、それらの研究者集団との協力関係を強化する。「非平衡相転移」そのものであるアクティブソフトマターは日本、ドイツ、フランスのいずれにおいても活発に研究が推進されており、この分野の研究協力体制の進展をはかる。

C 若手研究者育成に関しては、ソフトマターの非平衡ダイナミクスの分野はもとより、それと密接に関係する非線形物理学、非平衡物理学の分野の若手研究員、優秀な修士・博士課程の学生を、共同研究のため、できるだけ長期にドイツ、フランスに派遣する。また、ドイツ、フランスでのセミナーや国際会議に出席させ、研究成果を発表させる。

D 国際的学術情報の収集整備に関しては、本事業メンバーと参加協力者が本活動で得た最新学術情報をホームページで公開し、共同セミナーでは事業関係者のみならず、一般の研究者の参加も促し研究者交流、情報の共有に努める。また、液晶関係、ガラスダイナミクス関係、アクティブソフトマター関係分野では本事業メンバーが日本での窓口的立場になっており、本研究活動を通じてドイツ、フランスの情報を入手し、国内の関係研究集団に配信する体制を強化する。

E 事業の波及効果に関しては、本先端研究拠点課題は基礎研究であり、短期間の直接的応用は考えていない。しかし、ソフトマターの非平衡ダイナミクスは、長期的には材料科学・生命科学のみならず、医療物理学、食品物理学などの新しい分野に貢献すると強く認識している。

### ② 平成23年度事業計画の達成状況 ※成果の公表状況を、別表1にて作成のこと。

※派遣・受入等の交流実施については、別表4-1、4-2にて作成のこと。

A 学術的成果に関しては、別表1のように、アクティブソフトマター、ガラスダイナミクス、脂質膜などの分野での論文が発表済み、印刷中、あるいは投稿中である。なお、メンバーから、最近、論文謝辞をできるだけ短くするよう要求する学術雑誌があり、謝辞を記載し難い傾向にあるとの意見があった。

B 持続的な協力関係の基盤構築に関しては、ドイツには19名、フランスには26名を派遣し協力関係の一層の強化と次世代への継承の両方をはかった。

C 若手研究者育成の成果に関しては、若手研究員、大学院学生、19名を派遣し、その育成と長期的視野にたった協力関係構築をめざした。特に、そのうち5名（のべ）は30日前後、ドイツ、あるいは、フランスに滞在し研究に従事した。また、参加者リストに記載の若手研究者、和田浩史、柳澤美穂、竹内一将の3名がソフトマターの非平衡ダイナミクス関係で日本物理学会若手奨励賞を受賞した。

D 国際的学術情報の収集整備に関しては、ドイツ、フランスでの国際会議に積極的に出席し、得た情報はニュースレターとして本事業ホームページで公開している。

E 事業の波及効果に関しては、まずソフトマターという言葉が世間に認知していただくことが肝要であると考えている。その意味で、メンバーである今井正幸教授（お茶の水女子大学教授）の研究が日刊工業新聞、平成23年12月5日に掲載され、協力研究者である菅原正特任教授（東京大学）の研究が朝日新聞など、23年9月6日に掲載され、協力研究者である沙川貴大特定助教（京都大学）の研究が日本経済新聞電子版、平成23年6月25日に掲載された意義は大きい。今井氏と菅原氏の研究は、いずれも、脂質膜小胞の自己分裂、複製に関するものであり、人工細胞の実現と密接に関係し、生命科学に波及効果が期待できる。沙川氏の研究は非平衡物理学の基礎に関するものであり、ナノ材料科学、情報科学などに公汎な波及効果が期待できる。

## 実施状況

### 研究交流計画実施にあたる実施体制

*国内外の拠点機関及び協力機関の間の、協力連携の状況*  
※研究参加者リストを、別表2にて作成のこと。

フランス側代表 H. Chate 氏とは2011年7月にベルリンで今後の協力体制について意見交換した。ドイツ側代表 H. Loewen 氏とは2012年2月に京都で会い、2012年度のドイツとの計画実施について確認した。国内の協力機関メンバー、あるいは、協力研究者とはそれぞれの所属機関を相互に訪問し、談話会などを開催して研究連携に努めている。また、ニュースレターをすでに11回発行し、交流状況の生の体験談をメンバー間で共有している。研究拠点において19件のコロキウムを開催し国内外の研究交流を行っている。これら円滑な交流のためにHP (<http://softmatt-net.xsrv.jp/>) を開設し、メンバー間での情報交換と成果の発信を行っている。

*日本側拠点機関における研究交流課題への取り組み（事務支援体制等の観点より）*

理学研究科事務外部資金担当を中心に適切に取り組んでいる。研究拠点では事務補助員を1名雇用し、円滑な事務処理を行っている。

## 共同研究

*年度当初の交流計画をふまえ、共同研究を実施するにあたっての枠組み、活動内容、得られた成果等*  
*（国内外の拠点機関・協力機関との連携状況も、考慮すること）*

本年度は、9名がドイツに、また、4名がフランスに滞在し、共同研究に従事、あるいは、会議（ドレスデン平成23年9月、ボン平成24年3月）に出席し研究討論などを行った。ドイツ側とは、主として、アクティブソフトマター関係のテーマに関して、お互いの研究内容についての理解を深めた。フランス側とは生体分子集合体の実験、および、ガラスダイナミクスやジャミング現象の理論に関して研究連携を進めた。

具体的な成果は、現在進行中のものも含めて以下の通りである。

生体分子のダイナミクスに関して京大とパリ、生体膜の研究でお茶大（東北大）とパリ、液晶乱流の研究で東大とパリなどの共同研究が行われている。アクティブソフトマターに関して京大とディユッセルドルフ大学の間で共同研究が開始されている。

国内の研究連携としては、液晶の構造に関する研究で京大と早稲田、膜のダイナミクスの研究で京大と首都大学東京、および、首都大学東京と東北大、電場中での2成分系の研究で京大と九大、自己推進粒子のダイナミクスの研究で京大と東大などの共同研究が行われている。

さらに、国内のソフトマター研究者との連携を維持強化するため、「ソフトマター研究会」を立ち上げ、第1回の研究会を平成23年8月に京都で開催した。

## セミナー

- ・研究交流計画におけるセミナーの位置づけを、他の交流形態と関連させつつ述べること
  - ・交流目標達成に向け、セミナーが果たした貢献を、具体的に述べること
- ※具体的な実施状況及び成果については、別表3にて作成のこと

当初の計画通りの規模、および、日程で以下のセミナーを開催した。

○「非平衡ソフトマターに関するミニシンポジウム」平成23年7月5日、ドイツ、ベルリン国際会議“Engineering of Chemical Complexity”における一つのセッションとして開催した。太田による core-to-core プログラムの説明のあと、主としてアクティブソフトマターに関係する講演があった。フランス側代表の H. Chate 氏は自己推進粒子の集団ダイナミクスについて話した。協力研究者である菅原正氏（東大特任教授）の自己分裂・複製する脂質膜小胞の発表は、聴衆の注目をひいた。若手研究者、大学院生4名がポスター発表を行った。総勢130名以上の参加者があり、ドイツ、フランスの研究者と交流を深めることができたと考えている。

○“Jamming, glasses and phase transitions”平成23年12月7-10日 パリ

構造ガラスとジャミング転移がテーマとして、研究ネットワーク形成と情報交換が主な目的であった。日本側は本事業から12名が発表を行い、討論を通じて相互の研究内容の理解を深めた。フランス側研究者は、スピングラスで開発された方法をランダム系の非平衡ダイナミクスに応用するという独特のスタイルをとっており、そのことを認識できたのが日本側の大きな収穫であった。

○「ソフトマターにおける相転移ダイナミクス:ミクロスケールとメゾスケールの架け橋として」平成24年2月22日 京都。2月20日-22日の3日間行われた国際会議の3日目（22日）を本事業セミナーとして開催した。ドイツから4名（そのうち3名がメンバー）、フランスからは2名（そのうち1名がメンバー）が参加した。ドイツ側代表 H. Loewen 氏の講演ではコロイドの構造形成から自己推進運動までを総括し、日本側若手研究者に強烈な印象を与えた。参加者総数は165名であり、若手研究者が海外の著名な研究者と詳細な意見交換をするよい機会となった。

## 研究者交流

- ・研究交流計画における研究者交流の位置づけを、他の交流形態と関連させつつ述べること
  - ・交流目標達成に向け、研究者交流が果たした貢献を、具体的に述べること
- ※具体的な交流状況については、別表4-1、4-2にて作成のこと

研究者交流はドイツへの派遣が5名、フランスへの派遣が（延べ）10名であった。夏の学校への参加や国際会議への参加もあったがそれは滞在中の一部としてであって、全員、具体的研究テーマをもって研究を行った。具体的な交流のいくつかは以下の通りである。

太田洋輝氏は平成23年7月後半にフランスで「統計物理と複雑系」の夏の学校に参加し、知識を吸収するとともに、フランス側メンバーである G. Biroli 教授（拠点機関メンバー）らと非エルゴート転移に関する研究討論を行った。この成果は論文にまとめられ投稿中である。小林未知数氏はパリ第6大学 Cugliandolo 教授（協力機関メンバー）とともに、線欠陥ダイナミクスの共同研究を進めた。黒岩健氏はドイツのコンスタンツ大学の Fuchs 教授（協力機関メンバー）のもとに2ヶ月滞在し、同教授のグループの人たちと意見交換し、アドバイスをもらいながらガラスのモード結合理論の研究を進めた。佐久間由香氏はパリ第7大学の Fournier 教授（協力機関メンバー）らと脂質膜の pH による形態変化の実験研究に従事した。彼女は交流報告書の中で「日本で行える実験を何故パリに行っているのか？との質問をされることがあるが、同じ性能の実験装置があっても、そのテーマを扱っている年月の圧倒的違いのため、実験がうまくいかないとき“経験からくるアドバイス”をうけることができた。論文からは得られない重要な知識と経験を得ることができた。」と述べている。まさに、若手研究者交流の意義が認識できている文章である。なお、佐久間氏の研究成果はフランス側メンバーとの共著の形で論文にまとめられている。