

(様式7)

採用年度	平成 23 年度
種別	国際戦略型

先端研究拠点事業
平成 27 年度 事業実績報告書 (最終年度用)

平成 28 年 4 月 25 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)	ソフトマターと情報に関する非平衡ダイナミクス
研究交流課題名 (英文)	Non-equilibrium dynamics of soft matter and information
採用期間	平成 23 年 4 月 1 日 ~ 平成 28 年 3 月 31 日 (60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)	理学研究科長・森脇 淳
コーディネーター (所属・職・氏名)	大学院理学研究科・教授・佐々真一
協力機関数	11
参加者数	176

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)	理学部・正教授・Hartmut LOEWEN
協力機関数	13
参加者数	26

国名	フランス
拠点機関名	原子力・代替エネルギー庁サクレ研究所
コーディネーター (所属・職・氏名)	凝縮系物理部門・上級研究員・Hugues CHATE
協力機関数	6
参加者数	35

※交流相手国が多数の場合、適宜、枠を追加して記入すること。

1. 交流目標の達成状況

目標の達成状況を、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

1-1 平成27年度研究交流目標の達成状況

① 平成27年度事業計画における達成目標

A ソフトマター、情報、非平衡ダイナミクスに関わる研究を進展させるとともに、それらの有機的つながりを新たに見出す。

B セミナーなどの企画イベントや共同研究、研究者交流を通じて、様々なレベルの協力関係を持続かつ発展させる。共同研究による論文を発表するだけでなく、事業終了後にも共同研究を継続できるようにする。

C 大学院学生を海外の研究会に参加させるだけでなく、学生が海外の研究者と共同研究を行うことにより、国際性と研究力の両方を習得する。

D 移行審査資料に記したとおり、現代において何よりも大事な学術的情報は直接会うことによるインフォーマルな議論にある。そのような議論から、全体にフィードバックできるような体制を構築する。

E 事業を波及させるため、「ソフトマターと情報をつなぐ非平衡ダイナミクス」という考え方を一般社会に伝えていく。また、国内外の専門家に本事業の意義を広めていく。

② 平成27年度事業計画の達成状況 ※成果の公表状況は、別紙1論文リストにて作成のこと。

A 学術的成果に関しては、別表1のように、液晶、コロイドの構造などのソフトマターダイナミクス、ガラス系などのスローダイナミクス、自己駆動粒子運動などのアクティブダイナミクス、情報と関わるインフォメーションダイナミクスなどの分野での54編の論文を発表した。(他に少なくとも20編の投稿中論文がある。)国際会議や国内学会やシンポジウムの発表は63件である。(ただし、会議発表では事業名を明示する習慣がない研究者も多くおり、事業の内容に関わる全ての国際会議発表を併せると119件になることを附記したい。)

B 予定されていたセミナーを全て有意義に行なった。ドイツに8名を派遣し、共同研究、意見交換、研究発表を行なった。共同研究の結果として8編の論文が出版された。さらに論文出版に向けた共同研究も少なくとも10件以上ある。事業終了後の共同研究については、当面は、先方のマッチングファンドや各研究者の研究費を使って確実に終わるようにする確認を行った。より長期的なことについて意見を交換した。

C 若手研究員、大学院学生33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14名は21日以上、ドイツ、あるいは、フランスに滞在し研究に従事した。参加した学生たちから非常に貴重な経験であったと聞いている。長期滞在の場合には、研究課題にとどまらず科学全般や研究生活について話をする機会が増え、若手世代の人間関係をつくる礎となった。(23年前の佐々とCHATEがそうであったように。)また、上記の交流活動において「ソフトマターと情報をつなぐ非平衡ダイナミクス」の共

(様式7)

同研究を進めるための認識が深まり、今後の同分野における双方の理解が深まり関係強化につながった。

D 会って話をする機会を圧倒的に増やすことで、インフォーマルな学術情報の交換が十分に行われた。ただし、それを事業全体にフィードバックする体制を構築するのは困難だった。研究者のネットワークは複雑であり、体制づくりよりも研究結果を介したフィードバックを積み重ねることに徹するのがよいようにも思える。

E 京都大学で行われた市民講演会で200人以上の参加者に対して本事業が掲げる基本的なコンセプトを伝えることができた。多くの人には馴染みのないテーマであるが、講演会を通じてその意義や可能性を理解してもらえた。ささやかではあるが、本事業を波及させていく上で重要な成果だと位置づけている。また、専門家が集まる研究会などにおいて、本事業のテーマについて雑談する機会を持ち、テーマの意義について共有されてきた。

1-2 移行審査時の研究交流目標の達成状況

① 移行審査時の研究交流目標（移行審査資料に記載した目標を転載のこと）

拠点形成型の実施により、ソフトマターが示す豊かな振る舞いを解明する重要性がはっきりした。したがって、基本的な考えとして、ソフトマターの構造、ゆらぎ、ダイナミクスを体系的に理解しようとする研究をさらに発展させたい。その一方、拠点形成型の研究交流を通じて、ソフトマターにおける非平衡ゆらぎの法則には情報論的量が関わること、あるいはまた、ガラス物質が示すダイナミクスの数理的概念が情報科学の問題でも使われることが明らかになってきた。そこで、国際戦略型では、情報についての課題を明示的に加える。具体的には、「ソフトマター」と「情報」という一見して異なるテーマを両端におき、「非平衡ゆらぎ」と「非平衡ダイナミクス」を鍵にしてそれらを結びつけることによって、物理学の新しい側面を切り拓くことを目標にする。

○目標に対する達成度とその理由

- 研究交流目標は十分に達成された
- 研究交流目標は概ね達成された
- 研究交流目標はある程度達成された
- 研究交流目標はほとんど達成されなかった

【理由】

ソフトマター、ゆらぎ、ダイナミクス、情報のそれぞれに関わる問題を体系的に理解しようとする研究については、十分な成果を得た。国内外のトップ研究者同士の交流は、共同研究に至らなくても、お互いに刺激を受けあい、研究テーマの設定や研究の遂行に影響を与えた。各専門領域における成果は国際的にトップクラスであると言える。また、情報の視点を踏まえてゆらぎやダイナミクスを研究する課題、および、ソフトマターのゆらぎやダイナミクスを研究する課題は本事業が目指した研究交流の中核に位置するものであり、セミナー等でも積極的に取り上げ、意欲的に交流を展開した。例えば、前者では、稀な事象を探索するアルゴリズムとして非平衡性を尊重する方法論が発展してきた。後者では、自律的な運動を生成する機能を内在する物質に対してアクティブマターという言葉が国際的に定着しつつある。これらのいずれの発展においても、本事業の交流が果たした役割は大きい。ただし、ソフトマターと情報を一挙に結びつけるところまでは到達していない。例えば、「アクティブマターの運動やゆらぎを情報論的視点から特徴づける研究」などを目指したが、本事業の結果としては提出できなかった。大きな方向としては間違っていないと考えているが、「物理学の新しい側面を切り拓いた」と宣言するにはもう少し時間が必要だと思われる。十分に達成された、としなかったのはそのためである。しかしながら、そのような展開に向けての議論は積み重ねており、長期的な視点において本事業は極めて有意義であった。

(様式 7)

2. 実施状況

① 研究交流計画実施にあたる実施体制

全期間にわたる「日本側拠点機関の実施体制（拠点機関としての役割・国内の協力機関との協力体制等）」、「相手国側拠点機関との協力体制（各国の役割分担・ネットワーク構築状況等）」、「日本側拠点機関の事務支援体制」について記入してください。

<日本側拠点機関の実施体制（拠点機関としての役割・国内の協力機関との協力体制等）>

拠点機関においては、国内協力機関メンバーの交流計画を把握し、その事業のすすめかたを相談してきた。具体的に、国内メンバー間の議論を促進し、共同研究を行った。（例えば、拠点機関メンバーと国内協力機関メンバーの共同論文が *Biophysical J.* に出版された。）また、海外の拠点機関や協力機関との連携がスムーズに対応できるような支援を行ってきた。さらに、拠点機関においてコロキウムを5年間で81回開催し、様々な研究課題を研究拠点において統合的に捉えてきた。

<相手国側拠点機関との協力体制（各国の役割分担・ネットワーク構築状況等）>

フランスのコーディネーターCHATE およびドイツのコーディネーターLOEWEN とはメールで連絡をとりながら、事業全体を相談しながらすすめてきた。CHATE が代表となっている SoftActive にはドイツからも何名か参加しているが、そこには LOEWEN が入っていないという複雑な事情もあり、日本を中心にしてまとめていかざるを得ない形だった。そのため、学問的には、物質科学に伝統のあるドイツと数理学に強いフランスを日本が繋ぐというスタイルは概ね機能したものの、組織的には、本事業の形をそのまま将来にわたって発展するのは難しい。むしろ、そこで培った学術的なネットワークを踏まえて新しい形の協力体制を目指そうと考えている。

<日本側拠点機関の事務支援体制>

京都大学北部構内事務部経理課第一産官学連携掛を中心に適切に取り組んでいる。研究拠点では、事務補佐員を1名雇用し、円滑な事務処理を行っている。

② 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）

(1) 平成 27 年度の状況

平成 27 年度は、14 名がドイツに、22 名がフランスに滞在し、共同研究に従事、あるいは、会議に出席し研究討論などを行った。以下、実施計画書に記した4つのグループに分けて、それぞれについて代表的な例について説明する。

ソフトマターダイナミクス：東京大学の芝（2015 年 12 月より東北大学）らは、パリ第 7 大学の FOURNIER とゆらぐ膜についての共同研究を行ない、熱力学からきまる内部張力、力学張力、ゆらぎから決まる張力の関係を明らかにした。この結果は、雑誌 *Soft Matter* (2016) に掲載された。

スローダイナミクス：東京大学の田中は、パリ東大学の LEMAITRE らとアモルファス固体中の音波伝搬に関する共同研究をすすめている。現在までに、応力の長距離相関を反映して弾性率に長距離相関が存在すること、またその結果従来フォノン散乱機構として信じられてきたレイリー散乱に対数補正が掛か

(様式 7)

るという結果を得ており、論文投稿中である。

アクティブダイナミクス：千葉大学の北畑らは、フリッツハーバー研究所（ベルリン）の MIKHAILOV らと生体分子膜内のアクティブな粒子の運動について共同研究をすすめている。現在までに、分子膜内タンパク質を自発的に伸び縮みする双極子と捉えることにより、分子膜内の実効的な拡散が促進され、流れが引き起こされることを示した。また、ある領域に自発的に伸び縮みするタンパク質が凝集しているときその領域に周囲の粒子を引き寄せるという結果も得ており、まもなく論文を投稿する予定である。

インフォメーションダイナミクス：東京工業大学の小淵は、高等師範学校パリの MONASSON らと確率分布の学習に関する共同研究を行った。確率分布が再現すべきモーメント(確率分布に対する「観測」に対応)の数を増やしていくことで、許容される確率分布がどのように減っていくかを定量的に明らかにした。また学習スピードが、観測数を増やしていくことで相転移を起こすことを示した。この結果は、雑誌 J. Stat. Phys. (2015)に掲載された。

(2) 全期間にわたる状況

各年度における状況は年度毎の報告書に記したので、ここでは繰り返さない。全体を通じた活動状況と成果について紹介したい。共同研究には大きく分けて二つの側面がある。両者は連続的につながっているが、本事業における共同研究全体の状況を明示的に説明するために、二つの側面から説明したい。

第一の側面は、助教メンバーによる比較的短期間での共同研究である。これは、成果として出版論文に至る場合も多い。例えば、東北大学の佐久間、東京大学の芝（現、東北大学）、東京工業大学の小淵、京都大学の大関、大阪大学の吉野（2015 より准教授）などは、本事業による共同研究結果を論文発表につなげた。特に、吉野と ZAMPONI による「ガラス状物質のずりによる応答のレプリカ理論による計算」は、ソフトマターの特異な変形に対して情報論の解析手段として進展しているレプリカ理論を用いた綺麗な解析であり、本事業の代表的な結果のひとつとして、Phys. Rev. E および Phys. Rev. Lett. に掲載された。しかしながら、一般には、このように短期間で論文が出版されるのは容易ではない。例えば、東北大学の内田、東京大学の古川（2015 より准教授）、京都大学の小林など、精力的に共同研究を行っているもののまだ論文出版に至っていない場合もある。具体的に、小林の場合、パリ第 6 大学の CUGLIANDOLO と 4 年に渡って共同研究を行っており、その結果をまとめた論文草稿は(Phys. Rev. 印刷スタイルで)数十ページになっているようだ。このような大著論文を交流によって仕上げるのは、それ自体が大きな成果である。そのレター論文は先日投稿を終えたが、全てが終了するのに少なくともあと 1-2 年はかかると思われる。

このように共同研究には時間尺度の幅があることを踏まえて、第二の側面を説明したい。それは、主に、教授メンバーによる共同研究である。院生や若手研究者を介した共同研究もあり、それは論文出版として成果発表されている。しかし、より重要なことがそれ以外にある。例えば、多辺=BRAND、田中=LOEWEN、宮崎=BIROLI、佐野=CHATE、佐々=KURCHAN のように、既に密接な関係が確立していて、かつ、それぞれの狭い意味での研究分野において国際的リーダーとしての役割も果たさないといけない場合、より長期的な視座にたつて、研究分野の発展について議論してきた。そこには、学術的な面だけでなく、国際ネットワークの構築など組織的な面も含んでいる。このような議論は、共同論文という形で研究結果がでるわけではない。しかしながら、結果として得られる研究環境の整備こそが、次の時代の新しい研究につながっていくと考えている。

(様式7)

③セミナー

(1) 全期間において実施したセミナー件数

	平成23年度	平成24年度	平成25年度	平成26年度	平成27年度
国内開催	1回	1回	1回	1回	1回
海外開催	2回	3回	2回	1回	1回
合計	3回	4回	3回	2回	2回

(2) 平成27年度セミナー実施状況

- ・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、別紙2にて作成のこと

セミナーは、数名以上のメンバーが参加するイベントとして、日本、ドイツ、フランスのコーディネーターが中心になって決めたものである。個別的な研究課題を設定した共同研究や研究者交流でなく、幅広い交流を行うことを目的としている。

平成27年8月11日—13日に、京都において開催されたセミナー「ガラス非平衡物理における新しい展開」では、日本側メンバー29名をはじめとして、フランスから13名およびドイツから1名を含む合計64名の参加者を迎え、ガラス系やジャミング系におけるダイナミクスを中心にして、非平衡ゆらぎやアクティブマターへの展望が議論された。この企画および実施により、フランス協力機関メンバーの CUGLIANDOLO や DAUCHOUT やドイツ協力機関メンバーの FUCHS と本事業の到達点や今後の協力体制のありかたについて議論した。また、この会議にはイギリス、韓国、インドからの参加もあり、第3国へのアピールとしての役目を果たしたことも付記したい。

平成27年6月22日—26日に、ドイツ、ミュンヘンにおけるセミナー「化学システム複雑性の制御」では、粒子や系の微細加工によりアクティブダイナミクスを制御する最先端の実験的研究についての成果について報告され、議論がなされた。特に、ドイツ協力機関メンバー5名および日本側メンバー8名は本事業に関わるテーマを集中的に議論した。

④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

(1) 平成27年度実施状況

研究者交流では、大学院生など若手研究者の比較的長期に渡る滞在を主に企画した。他の交流と異なり、若手研究者育成に重点をおいている。また、その実践的な結果として、共同論文につながる具体的な研究を担う場合もある。具体的な例として3件紹介する。

首都大学東京の岡本は、パリ第7大学の FOURNIER の研究室にのべ34日間滞在し、2成分流動膜の緩和ダイナミクスに関する研究を行った。単成分膜において従来から知られていた緩和モードに加えて、拡散に対応する2つの緩和モードが現れ、それらが膜の遅い緩和を支配することを示した。この結果は、論文としてまとめられ、Euro. Phys. J. E に掲載された。

名古屋大学の池田は、原子力研究庁サクレの BIROLI の研究室にのべ15日間滞在し、運動論的拘束模型に関する研究を行い、動的不均一性の不純物の影響を数値計算により調べた。その結果から平均場

(様式 7)

理論が予想する臨界的な振る舞いを見出した。現在、論文を準備中である。

東京大学の西川は、高等師範学校パリに19日間滞在し、KRAUTH のグループと共同研究を行った。Event-chain Monte Carlo 法という新しい数値計算法の可能性を広げるために、古典ハイゼンベルグ模型に適用し、動的臨界指数の値が2から1になることを示した。この結果は共同論文としてまとめられ、Phys. Rev. E に掲載された。

(2) 全期間にわたる実施状況概要

各年度における状況は年度毎の報告書に記したので、ここでは繰り返さない。全体を通じた活動状況と成果について紹介したい。大学院生などの若手研究者を継続的に派遣し、派遣先で独自の課題を掲げて研究を行ってきた。このような制度は、例えば、イタリア＝フランスでは恒常的に行われており、2重学位制度にもなっている。日本で2重学位制度を確立するのは簡単ではないが、実情としてはそれに近い形まで至った場合もある。例えば、コーディネーターの佐々が指導していた学生の根本は、パリ第7大学および高等師範学校パリに長期滞在し、それぞれ研究を実行した。その成果として、京都での研究課題、パリ第7大学での研究課題はすでに論文出版され、高等師範学校パリでの研究課題が投稿準備中にある。これらの成果以上に重要なのは、根本は現在パリで研究員として生活しているという事実にある。2016年9月まではパリ第7大学で、その後は、2019年9月まで高等師範学校でPD研究員として勤務する予定である。後者は100倍を超える競争率の中で得た職である。これらに際して、本事業のフランス協力機関メンバーから多大なるサポートをいただいた。根本はフランス人の配偶者を迎えており、今後、CNRS研究員を目指すことになる。パリではイタリア人をはじめとして多くの外国人がCNRS研究員あるいは教授として活躍しており、その中に日本人が「本事業の結果として」加わることは長期的にみて極めて意義深いことであろう。また、ドイツ・デュッセルドルフにおいても、4編の共同論文を出版した多羅間が同じ役割を果たした。ドイツのコーディネーターであるLOEWENは多羅間のPD研究員についていくつかの可能性を提案してくれた。現在、多羅間は日本でPD研究員をしているが、共同研究は継続しており、長期的な交流の基盤を確立した。

その他にも、パリ第7大学のそれぞれ別の研究室で行った研究で論文を出版した金澤、児玉、岡本、高等師範学校パリで行った研究で論文を出版した坂田、ハイデルベルグ大学で論文を出版した伊藤、ベルリン自由大学で論文を出版した植松など多くの若手研究者が成果を残し、また、今後も交流を継続することになっている。

もちろん、ひとつの課題を遂行するには派遣期間が短いので、残念ながら論文発表に至らなかった場合もある。そのような場合でも、何かしらの結果を得ているが、論文発表にはあと少しつめが必要だという状況になっているようだ。実際、そのうちのいくつかは、間もなく論文発表可能とのことである。これらの研究状況については、国内における指導教員のみならず、相手国受け入れ教員からも聞いている。

最後に5年間に渡る若手研究者の研究者交流の数字を紹介したい。前半の2年間は(助教, PD, 院生)のべ53名の若手研究者が合計で861日、フランスもしくはドイツに滞在した。そのうち3週間を超える滞在はのべ13名だった。後半の3年間は(PD, 院生)のべ55名の若手研究者が合計で1938日、フランスもしくはドイツに滞在した。そのうち3週間を超える滞在はのべ29名だった。

3. 研究交流活動の成果

全期間の交流を通じての成果を、「国際学術交流拠点の形成」「成果の学術的価値」及び「若手人材育成への貢献」の観点から記入してください。また、活動成果の「情報集約性」「社会貢献性」がある場合には記入してください。

3-1. 国際学術交流拠点の形成

情報とソフトマターをつなぐという独特な課題のために学問的に一定の存在感を持っていたのは間違いない。そして、その課題実現を目指した研究はそれぞれ高いレベルにあった。京都では年度毎にセミナーを実施し、拠点形成に向けて努力を続け、交流を通じてフランスおよびドイツの研究グループと緊密な関係を構築することができた。海外研究グループとの交流が特別ではなく日常的なことになってきた。その意味で、可能な限りの拠点形成は達成できた。しかしながら、拠点形成に関して問題点もある。これについては項目 5. に記す。

3-2. 成果の学術的価値

成果を 2 件紹介し、その学術的価値について説明する。最初の成果は、「稀にしか生じないが重要な事象を効率よく見出す方法」についてである。近年、協力機関メンバーの KURCHAN らによってクローニングを使ったアルゴリズムが提案された。そこでのクローニングは生物の複製現象と関係すると予想され、実際の複製実験との関係も模索されている。レアイベントサンプリングという情報科学の問題を生物などのソフトマターと結ぶひとつの鍵である。一方、それと相補的な方法として、コーディネーターの佐々らは複製に頼らずに操作的に系に変更を加えることで実現するアルゴリズムを提案した(2014, Phys. Rev. Lett.)。そこで鍵となっているのが「非平衡ゆらぎの理論」である。この際、本事業による議論は有用であった。その論文の著者は日本側だけであるが、関連する話題ではフランス側との共同論文が複数公表されている。また、両者の関係については現在いくつかのグループで研究がすすめられており、近い将来、複製の制御にもつながると期待している。つまり、情報とソフトマターを非平衡ゆらぎで結びつけるフロンティアのひとつを開拓したことになっている。

第 2 の成果は、チャンネル流における層流＝乱流転移である。これは 19 世紀から知られている非平衡ダイナミクスの典型例であるが、その特徴づけは曖昧なままだった。佐野らは、大規模な実験装置を用いることで、その転移が有向浸透現象として捉えられることを定量的に明らかにした。(2016, Nature Physics) 有向浸透現象は細胞内のカルシウム伝搬でも観測されるという意味でソフトマターの現象のひとつでもあり、数理的には確率過程の雛型として情報ともつながっている。このクラスの非平衡相転移は、フランスのコーディネーターである CHATE らが長期に渡って取り組んできたテーマでもあり、今回の佐野らが研究を行う際にも、ドイツ、フランス、日本で有用な議論をする機会があった。もちろん、有向浸透現象が層流＝乱流転移を特徴づける機構は現在明らかになっておらず、今後さまざまな角度から研究がすすむであろう。これも本事業が生み出したひとつのフロンティアである。

3-3. 若手人材育成への貢献

多くの大学院生や若手研究者が、フランスやドイツで研究発表をして共同研究を行った。性格的に内気で英語に不自由する場合も多く、最初は、相当に困難だったと思われる。コーディネーターが直接見てきた範囲でも、たどたどしくさえも喋れない状態から昼食で冗談を言い合うレベルまで成長した例がいくつもある。また、フランスやドイツの学生も日本と同じようにバラエティーに富んでいて、できる学

(様式7)

生もいれできない学生もいる、という自明なことを学んだ。日本と外国で大きく区別することなく接することができるようになる若手研究者を多数サポートできた、ということは意義深いことである。2. **実施状況**で記載したように、将来、パリを拠点におくであろう研究者を育成したという特別なこともあるが、それ以上に、こういう成果に書きにくいことを着実に達成した意義を強調したい。

また、逆に、マッチングファンドにより若手研究者たちが日本にきた。例えば、本事業でセミナーとして企画したスクール型研究会に参加したドイツ人は、現在、学振外国人特別研究員としてコーディネーター佐々の研究室に在籍しており、共同研究をすすめている。さらには、その研究会に参加した第3国（中国）の学生とはその後共同研究を完成して、現在、論文投稿中である。このように、海外の若手人材を日本で育成することにも貢献した。

3-4. 情報集約性

2013年にセミナーとして行った「情報統計力学」では講義録が出版された。協力機関メンバーの KRZAKALA, CUGLIANDOLO, 拠点機関メンバーの ZEBOROVA などが編集者であり、そのセミナーに参加した学生や若手研究者によって講義録が作成された。日本人メンバーからも許（第1章）と坂田（第6章）が講義録作成を担当した。

コーディネーター佐々はドイツ協力機関メンバーの SEIFERT らと、雑誌 New J. Phys. において、「確率的熱力学」の特集号を企画した。29編の新しい論文を集めたものだが、本事業からもメンバーやその関係者が参加した。ゆらぎレベルの熱力学に焦点をあてたものだが、情報やダイナミクスへ展開されている論文も掲載されており、本事業の内容に含まれるものである。（佐々らの編集者による巻頭言は3/14付で「過去一カ月でもっとも読まれた New J. Phys. 論文」として記録された。また、佐々もこの特集号に論文を寄稿し、発表後1年足らずの4月5日現在5037回ダウンロードされている。）

3-5. 社会貢献性

市民講演会などを通じて「ソフトマターと情報に関する非平衡ダイナミクス」について話をする中で、社会に貢献してきた。例として、2014年12月の西宮市で行われた湯川記念科学セミナーのことを紹介したい。超ひも理論に関する講演とコーディネーター佐々の講演「小さなシステムのゆらぎと情報のダイナミクス」が2週連続で行われた。ほとんど全ての参加者にとって、「物質と情報の統一理論をめざす」という本事業で掲げている目標は初めて耳にするものであり、新鮮な印象をもったらしい。実際、「（一般向け話題としてポピュラーな）超ひも理論を目当てに参加したが、2週目の方がよりエキサイティングだった。」と感想を書いてくれた参加者もいた。研究者人口的に小規模な研究分野であり、急に普及するわけではないが、できる範囲で少しずつ社会との接点を広げていくことが重要であると再認識した。

(様式7)

4. 経費の執行状況

4-1. 平成27年度の状況

事業実施状況との関連(研究者の交流数や、セミナー等会合の開催状況などと、経費の関連を、具体的に示すこと)

共同研究では11名で553万円、セミナーでは37名で217万円(うち国際セミナー 8名・183万円、国内セミナー 29名・34万円)、研究者交流ではのべ25名で1222万円の執行であり、以上で1960万円となる。なお、内訳として、ドイツ派遣で900万円、フランス派遣で1060万円となっている。さらに、国内共同研究として137万円を執行した。

【参考】

相手国側との経費分担の状況(※様式3(四半期交流状況報告書)に記載の、相手国側マッチングファンドにより来日した人数についても触れること)

ドイツから6名、フランスから14名がマッチングファンドにより来日した。ここまでが4半期報告書に記載した数である。ただし、その他にもフランスやドイツの研究者が日本側メンバーと日本国内において議論しており、その中の一部にマッチングファンドが使われている。(合算処理が柔軟なため区分が明確でないため。)また、ドイツで開催されたセミナーについては、開催に関わる費用を相手国が準備した。

4-2. 全期間にわたる状況

(1) 執行額(単位:千円)

	平成23年度	平成24年度	平成25年度	平成26年度	平成27年度
国内旅費	871	736	2,618	2,631	1,777
外国旅費	14,013	13,574	20,322	19,786	19,188
物品費	24	148	0	0	0
謝金	18	18	34	0	0
その他の経費	391	165	8	0	0
外国旅費・謝金に係る消費税	683	659	1,018	1,583	1,535
合計	16,000	15,300	24,000	24,000	22,500

(2) 本事業経費による派遣/受入人数(相手国側マッチングファンドによる受入は含まない)

	平成23年度	平成24年度	平成25年度	平成26年度	平成27年度
派遣人数(人)	45	39	57	52	44
受入人数(人)	0	0	0	0	0

(様式7)

5. 全期間における問題点・反省点

(事業全体の実施体制上において、課題、問題となったものや、反省点等があれば示すこと)

研究のネットワークは複雑で動的である。ある研究テーマで括られるプロジェクトはその断片にすぎない。現在、様々な研究テーマで数多くの国際共同研究プロジェクトが模索、提案、実施されている。それらと本事業の関係は簡単ではない。メンバー的に重なりをもっている場合も多いが、当然、同じではない。つまり、そういうひとつひとつのプロジェクトの集まりによって、国際共同研究が推進されている。文字通りの意味で、国際学術交流拠点を目指すなら、そのようなプロジェクト全体をカバーできる規模にする必要がある。本事業がカバーする範囲は広いが、それでもソフトマターの向こう側にある化学や生物との接点は含まれていないし、近年活発に議論されている情報と量子や時空との関係も含まれていない。国際学術交流拠点を目指すにはもとより予算規模が小さいのである。そこで、小ささを生かすには柔軟に展開できる余地を残すことが重要になる。この点で本事業は不便であった。当初に設定した交流計画の旅費のみの予算しかないのは、全てが予定どおりにすすめば問題ないが、そうでない様々な事態に対応できない。

例えば、平成27年度、パリでテロが生じたことによって、当初計画していた交流事業にキャンセルが続出した。パリが危ないなら来てもらえればいいのだが、残念ながら招へいには使えない。結局、修士課程学生の同伴による研修（これ自体は移行申請書にも記した教育プログラムの一環）を行うなどして、考えられる範囲でもっとも有意義に予算を執行したが、これは柔軟性がなかったことの象徴に思える。

関連することとして、日本と相手国のシステムが全く異なっているため運営や協力体制の構築の仕方が難しかった。相手国のマッチングファンドは柔軟な予算であり、その執行の仕方や制限などがこちらとは全く違う。そのような違いを理解したのは、事業が動き始めてからであり、当初の予定から変わらざるを得なかった。

6. 今後の展望

現在進展中の共同研究を完遂する。本事業の予算は平成27年度で終了するが、研究者個人の研究費やもう少し続く相手国マッチングファンドによって共同研究を続けることができる。組織としての今後の対応は、現在、相手国コーディネーターなど何人かと相談中である。

学術的には、「ソフトマターと情報をつなぐ」ことの重要性は間違いないと確信している。ただ、上でも書いたように、情報には量子や時空との接点にある研究が不可欠だし、ソフトマターには化学や生物の接点にある研究が不可欠である。コーディネーター自身は、量子や時空から化学や生物に至る研究のスペクトルの中で、情報と物質を統合的にとらえることを大きな目標に掲げたい。それに賛同する国内外の研究者とは連携しつつ、ブレークスルーを生み出す努力を続けていく。

もちろん、そのような学問分野を担う国際学術交流拠点が日本にあれば理想的である。それには桁違いの予算が必要である。世界的にみてもそのような拠点は現在の段階ではどこにも存在しない。当面は、それにつながる課題を考えて、様々な形の国際共同研究プロジェクトに応募するしかない。現在、コーディネーターが参加者として応募している企画もある。

あるいは、そのような野心的なものでなくても、本事業参加者が行っている研究を継続するために国際共同研究を企画することも考えられる。これについてはすでに具体案を聞いている。色々なタイプの共同研究を実行する中で、機会があれば、組織化に向けて努力することが考えられる。