

日中韓フォーサイト事業
平成 29 年度 実施報告書（平成 25・26 年度採用課題用）

1. 拠点機関

日本側拠点機関：	東北大学
中国側拠点機関：	北京大学
韓国側拠点機関：	仁荷大学

2. 研究交流課題名

(和文)：階層的ヘテロ流れのモデリング、シミュレーションとその材料科学への応用

(交流分野：：計算論的応用数理学)

(英文)：Modeling and Simulation of Hierarchical and Heterogeneous Flow Systems with Applications to Materials Science

(交流分野：Computational Applied Mathematics)

研究交流課題に係るホームページ：http://www.wpi-aimr.tohoku.ac.jp/mathematics_unit/A3foresight/

3. 採用期間

平成 26 年 8 月 1 日～平成 31 年 7 月 31 日

(4 年度目)

4. 実施体制

日本側実施組織

拠点機関：東北大学

実施組織代表者（所属部局・職・氏名）：総長・里見 進

研究代表者（所属部局・職・氏名）：材料科学高等研究所・特任教授・西浦 廉政

協力機関：東京大学、京都大学

事務組織：東北大学国際交流課

相手国側実施組織（拠点機関名・協力機関名は、和英併記願います。）

(1) 中国側実施組織：

拠点機関：(英文) Peking University (和文) 北京大学

研究代表者（所属部局・職・氏名）：(英文) School of Mathematical Sciences・Professor・
 Pingwen ZHANG

協力機関：(英文) Xiamen University (和文) 厦門大学

(2) 韓国側実施組織：

拠点機関：(英文) Inha University (和文) 仁荷大学

研究代表者 (所属部局・職・氏名)：(英文) Department of Mathematics・Professor・
Hyeonbae KANG

協力機関：(英文) KAIST (Korea advanced institute of science and technology)、
Chungnam National University
(和文) 韓国科学技術院、忠南大学校

5. 研究交流目標

5-1. 全期間を通じた研究交流目標

あらゆる現象の記述、理解、予測、さらにそれから生み出される実体的なもののデザインに数理的方法論は不可欠である。それなくしては網羅的、経験的となり、また他分野への応用も難しくなる。計算機の発達により、数理モデルが考案されれば、大規模計算はある程度可能となるが、現在我々が抱える大きな問題として次の3点がある。一つは既存の枠組みでは記述が困難な新たな現象が多数発見され、それらを如何に数理の土俵に乗せられるのかという「モデル化問題」、二つ目はモデルの解析、計算で得られた膨大なデータから何を取り出すかという「抽出問題」、そして3番目は計算結果そのものの「信頼性問題」である。本事業における最大の目標は、物質と流れを伴うヘテロ複合現象に対する多彩なダイナミクスに対し、既に大きな蓄積のある日中韓の数理科学者が結集することにより、それらのモデル化と計算法を飛躍的に発展させると共に、さらに新たな計算トポロジーの方法を介在させることにより、上記3つの課題に対し包括的な解決への大きな枠組みを与えることである。3年後に向けて3国の既存の滞在型 visitor center を核とする新たなネットワーク型 Virtual Institute を形成し、持続的発展を図る。若手人材育成についても各機関のプログラムを活用しつつ、人的フローを加速し、ジョイントディグリー制度への貢献も目指す。

研究課題としては日中韓数値解析セミナーの長い蓄積を基盤に「階層的ヘテロ流れ」のモデル化と計算、さらにその「材料科学への応用」に焦点を当てる。モデル化においては、流れ場とカップルしたフェーズフィールド型モデルなどいくつかの基本部材モデルを基盤として複雑ヘテロ問題への拡張を図る。同時に計算アルゴリズムの高機能化と信頼性を飛躍的に向上させる。抽出問題においてはこれまでにない新たなトポジカル手法を導入する。これは材料科学や流れの問題において全く新たな革新的骨組抽出方法論であり、3次元複雑モルフォロジーの遷移はもちろんのこと、時系列データ解析など他分野へも大きな力を発揮すると期待される。信頼性問題においても計算トポロジーは得られた計算データの大枠としての品質保証を与える可能性を秘めており、従来の数値解析的手法との組み合わせにより斬新な枠組の構築を目指す。

東北大学には Tohoku Forum for Creativity という訪問滞在型センターが平成25年に発足し、北京大の BICMR、韓国の CAMP と合わせ、4年後には日中韓3国の訪問滞在型研

究交流を促進する Virtual Institute の最重要ハブを東北大学に構築することを目指す。

5-2. 平成29年度研究交流目標

<研究協力体制の構築>

3つの拠点大学：東北大学、北京大学、仁荷大学を核として平成28年度の研究実績、若手育成の成果を受け、更なる研究体制の構築に向けて、共同研究・セミナー・研究者交流を以下のように実施していく。とりわけ共同研究体制が進んでいるクラスターについては前年通りさらなる協力体制の強化を図っていく。

平成29年5月に韓国大田広域市にて A3 Workshop on Interdisciplinary Research Connecting Mathematics and Biology II (「数学と生物をつなぐ分野横断的研究II」)を開催する。これは共同研究テーマ R-1 「階層的ヘテロパターンと流れの数理と計算」及び R-2 「計算トポロジー、力学系、離散幾何の材料科学、生命科学への応用」の課題に密接に関わるものであり、北海道大学の秋山正和を中心として実施する予定である。平成29年8月に「Applied Algebraic Topology 2017」を平岡裕章、國府寛司を中心として北海道大学にて開催する。平成29年10月初旬に仙台にて「Geometry and Inverse Problems」を東北大学の坂口茂を中心として開催する。さらに平成29年10月中旬には第4回の全体セミナーを中国青島市にて開催する。ここでは、これまでの研究成果のまとめと今後の方向、とくに A3 としての Virtual Institute 機能強化について、具体的方策を検討する予定である。若手育成に向けたチュートリアルも実施する。平成29年12月に A3 Workshop on Soft Matter を韓国大田広域市にて、さらに平成30年1月に The 3rd A3 Workshop on Vortex Dynamics and Mathematics of Singular Fluid Phenomena を中国杭州にて開催予定である。濡れ問題の共同研究を加速するため、K.SVADLENKA が8月末に中国科学アカデミーを訪問、また平成29年10月末に中国科学アカデミーの Xianmin XU と Yana DI が来日し K.SVADLENKA らと京都大学で研究打ち合わせを行う予定である。さらに日中韓3国の研究協力体制を充実させるために必要に応じて研究者交流を実施する。

<学術的観点>

階層的ヘテロ流れにおける「モデル化」「抽出問題」「計算信頼性」に対して、引き続き3カ国の知見を集約することにより、数理的デザイン原理の確立に向けて貢献していく。生命科学のモデリングにおいては、普遍的な基礎方程式が存在しないためアドホックになりがちである。「数学と生物をつなぐ分野横断的研究」においては、実験や観察の数量化・そしてその数量化されたデータを統計解析・力学系理論などを応用して関連性を見出し、数理モデル化する一連のプロセスのノウハウの取得を目指す。この数理の土俵に乗せるプロセスは応用上不可欠なステップであるが体系化することが難しく、これまで見過ごされてきた点である。そのプロセスを体得し実践してきた多くの研究者と A3 Workshop の場において直接議論できることは若手研究者の育成にとって学術的観点から極めて重要である。

複雑流体が関わるソフトマター、とりわけコロイドや液晶、それに加えて高分子が関わ

るレオロジーについて、分子動力学シミュレーションと連続体的手法との接続についての数理的知見が深まることが期待される。複雑流体を連続体で取り扱うためには、構成方程式と呼ばれる力とフラックスを結びつけるモデルが必要になる。しかし、実験における複雑な挙動のメカニズムを明らかにするために必要な数理的要素はいまだ特定されておらず、その解明の糸口につながれば、その意義は大きい。

「渦班問題」については、球面上の渦度場を非常に多くの渦班によって近似し、その安定性を調べることが可能となった。これにより渦レイヤー界面の線型安定性と、それが渦レイヤーの長時間発展に与える影響を詳細に検討することができる。これらの研究成果は、数理科学的には、地球のような回転流体におけるジェット気流の蛇行など、数ヶ月程度の気象現象に関わる物理現象の一つの単純力学モデルであり、得られた成果は地球流体における力学的側面を数理的に明らかにするものであり意義が大きい。

平成 29 年 10 月初旬に実施する「Geometry and Inverse Problems」では、逆問題および偏微分方程式論における幾何学的問題に焦点をあてた 2 名の著名な研究者 Samuli SILTANEN 教授 (University of Helsinki : 逆問題)、Daniel PERALTA-SALAS 教授 (Instituto de Ciencias Matemáticas : トポロジーと偏微分方程式)による集中連続講義を実施する。理論と応用の両面において、本事業における中心的課題であるヘテロ性のモデリング、シミュレーションとその材料科学への応用に深く関わるテーマの解説および議論を行うことを目的とする。若手育成にとって重要であるのみならず、学術的にこの分野の最先端情報に触れる貴重な機会となる。

これまで本事業において位相的データ解析や力学系の位相的手法といった話題をチュートリアルなどで多く取り上げ若手育成に取り組んできたが、平成 29 年度はその集大成として国際会議「Applied Algebraic Topology」を開催し、応用トポロジー研究の最先端の話題を事業参加者と共有する。これにより、これまでの事業期間で継続してきた基礎固めを研究レベルに引き上げることが可能にし、3カ国間の応用トポロジーに関する共同研究活動や交流が一気に加速することが期待される。

<若手研究者育成>

若手育成については、引き続きチュートリアル型、トータルイマージョン合宿型、交流型を行っていくが、今年度は 5 月に韓国大田広域市での A3 Workshop on Interdisciplinary Research Connecting Mathematics and Biology II (「数学と生物をつなぐ分野横断的研究 II」)において数理モデル化の手法を会得できるような Workshop プログラムを開催する。8 月の国際会議「Applied Algebraic Topology」においては、応用トポロジー研究の最先端の話題を提供すると同時にミニチュートリアルも実施予定である。さらに 10 月初旬に実施する「Geometry and Inverse Problems」では、逆問題および偏微分方程式論における幾何学的問題に焦点をあてた 2 名の著名な研究者 Samuli SILTANEN 教授 及び Daniel PERALTA-SALAS 教授によるチュートリアル連続講義を実施する。これら以外のセミナー・研究者交流の場においても、サーベイ講演あるいは必要に応じてテーマを絞った形で

若手育成を実践していく。

<その他（社会貢献や独自の目的等）>

特になし

6. 平成29年度研究交流成果

6-1 研究協力体制の構築状況

3つの拠点大学：東北大学、北京大学、仁荷大学を核として平成28年度の研究実績、若手育成の成果を受け、更なる研究協力体制の構築に向けて、共同研究・セミナー・研究者交流を以下のように実施した。とりわけ共同研究体制が進んでいるクラスターについては、論文成果・研究発表という目に見える形での成果公表を進めた。

平成29年5月に韓国大田広域市にて A3 Workshop on Interdisciplinary Research Connecting Mathematics and Biology II（「数学と生物をつなぐ分野横断的研究II」）を開催した。これは共同研究テーマ R-1「階層的ヘテロパターンと流れの数理と計算」及び R-2「計算トポロジー、力学系、離散幾何の材料科学、生命科学への応用」の課題に密接に関わるものであり、北海道大学の秋山正和を中心として実施した。ここでは主にシステムバイオロジー、発生・細胞動態、確率過程、感染システムを中心とした24件の講演が行われた。この分野の著名な研究者である Marty GOLUBITSKY 氏による力学系とその生命科学への応用に関わる講演も実施され有益であった。日本側講演者全員は「実験と理論を相互に往来できる人材」であることが共通しており、このことは少なからず中国や韓国側に良い影響を与えたようで、今後の共同研究に結びつく可能性が増したと考えられる。次回ホスト国は日本になることが決定した。特に、中国と日本では Phase Field 法を用いた応用研究が盛んであり、平成30年度のワークショップではこの方法論による共同研究を目指すこととなった。

平成29年8月に「Applied Algebraic Topology 2017」を平岡裕章、國府寛司を中心として北海道大学にて開催した。世界最先端の応用トポロジーの研究者を多数招待し、研究討論をおこなった。日中韓の参加者はそれぞれの研究分野ごとにわかれて応用トポロジー的研究テーマについて議論をおこなった。トポロジーのみならず圏論・組合せ論・確率論さらには機械学習や脳科学・材料科学への応用など幅広い分野の話題を扱い、純粋数学・応用数学の幅広さを与える機会を提供できた。会議の前の週にチュートリアルを実施し、研究討論の時間も十分確保したことから、とりわけ日中韓の若手参加者が自身の研究テーマへ応用可能なレベルで知識を習得することができた意義は大きい。

平成29年10月に Tohoku Forum for Creativity (TFC)にて「Geometry and Inverse Problems」を東北大学の坂口茂を中心として開催した。本セミナーにおいては逆問題および偏微分方程式論に焦点をあてた2つの並列の連続講義を実施すると同時に、それに付随した MATLAB を用いた演習も実施した。このような実践授業は多くの大学院生等の若手研究者を引きつけ、その育成に貢献できた。これらの様子は Tohoku Forum for Creativity

(TFC)のホームページでビデオ公開されている。また東北大院生1名が平成30年2月から連続講義を実施した SILTANEN 教授を2ヶ月間訪問する機会を得た。

平成29年9月 K.SVADLENKA が北京を訪問し、中国科学アカデミーの Xianmin XU 氏と Yana DI 氏と R-1 のテーマに関する研究打ち合わせを行った。とくに界面運動の多相問題における接合点の高精度な数値解法および非等方的エネルギーをもつ界面の多相問題の数学的な扱いについて議論し、問題の定式化・解決への方向性の検討を行った。

さらに平成29年10月に第4回全体セミナーを中国青島市にて開催した。今回は中国 CSIAM の分科会として開催されたが、ここでは A3 の各代表、JSIAM、CSIAM、KSIAM 及び中国の科学技術政策の関係者が一同に集まり、日中韓の応用数理学の multi-lateral cooperation について、各国の現状報告と今後の方向性について議論した。まずは情報交換の場として、ウェブサイトを通じて日中韓の SIAM 活動の情報共有を図ることで意見が一致した。A3 もこれに積極的に協力していくこととなった。

平成29年12月には A3 Workshop on Soft Matter を韓国大田広域市にて開催した。コロイド懸濁液のレオロジーについて、微視的なシミュレーションと偏微分方程式を用いた連続体モデルについて議論が深まった。とくに中国側の Masao DOI 等により R-1 のテーマに関わる「ぬれや界面の現象に対して変分原理を用いた理論」がシリーズ講演にて詳しく紹介され、すべての参加者で共有することができた。その結果、中国側の Yana DI と日本側の Yueyuan GAO を中心に、多成分液滴のぬれ問題について流体を含めて記述できる理論的手法について議論し、今後解析すべき理論モデルと実験との関係を整理することができた。

さらに平成30年3月に The 3rd A3 Workshop on Vortex Dynamics and Mathematics of Singular Fluid Phenomena を中国杭州にて開催した。日韓の研究者（坂上・Sun-Chul KIM・Sung-Ik SOHN）の共同研究（R-3）が進み、その成果が論文誌に掲載された。これを受け、継続の研究テーマについて議論を行った。本共同研究に若手の宇田も参加することを決定した。さらに今年度は日中韓の3カ国が新しい参加者を積極的に参加させたことにより、ボルツマン方程式の研究や乱流場における粒子系の問題、保存則の問題など3カ国の研究者が共通に問題意識を持つテーマを新たに見出すことができた。これにより平成30年度の日中韓ワークショップは、日本がホスト国となり継続することとなった。

以上より全体的に当初の研究交流目標を着実に達成しつつあると言える。それは論文、成果発表という形のみならず青島での全体会議で議論されたように、これまでの A3 活動の蓄積が応用数理という広い視野から日中韓ネットワーク連携が強化されることに結実しつつあることから実証されている。

6-2 学術面の成果

階層的ヘテロ流れにおける「モデル化」「抽出問題」「計算信頼性」に対して、引き続き3カ国の知見を集約することにより、数理的デザイン原理の確立に向けて貢献していく。

共同研究テーマ R-1 「階層的ヘテロパターンと流れの数理と計算」及び R-2 「計算トポ

ロジー、力学系、離散幾何の材料科学、生命科学への応用」に関しては、平成 29 年 5 月に韓国大田広域市「数学と生物をつなぐ分野横断的研究 II」、平成 29 年 10 月の中国青島での第 4 回の全体セミナー、そして平成 29 年 12 月の韓国大田広域市での A3 Workshop on Soft Matter において議論を深めた。とりわけ大きな収穫は、これら 3 つの Workshop に共通した方法論として Phase Field 法が浮上したことである。この方法は凝固問題に端を発するモデリング手法であるが、計算論的観点から見ても信頼性のある計算法を提供し、そのカバーする範囲も細胞運動から亀裂問題まで R-1・R-2 のほぼすべての重要課題に関連すると言って過言でない。とくに青島での Xiamen 大学の Jie SHEN 教授の Phase Field 型問題への数値解析手法の提案は、非常に広いクラスの問題に対して安定なスキームを提供し、実際に共同研究・R-1 における材料科学のナノ微粒子形態形成問題にも適用できることが判明し、平成 30 年度から本格的に共同研究を推進することとなった。平成 29 年 10 月に青島にて開催された第 4 回全体セミナー招聘した Messoud EFENDIYEV による生命科学のモデリングとその数学解析に関わる講演も好評であった。韓国大田広域市での A3 Workshop on Soft Matter において、中国の Masao DOI のオンサガー原理による統一的な取り扱い、変分的手法という観点から Phase Field 法と関連するところもあり興味深い。

また共同研究・R-1 での数学的成果として、日本側安藤と韓国側代表者 Hyeonbae KANG によるプラズモン共鳴など物質科学への応用が見込まれるノイマン-ポアンカレ作用素の評価に関する論文が SIAM に発表された成果は大きい。

共同研究・R-3 は着実に成果を生み出した。平成 30 年 3 月に The 3rd A3 Workshop on Vortex Dynamics and Mathematics of Singular Fluid Phenomena を中国杭州にて開催し、そこで日韓の研究者（坂上・Sun-Chul KIM・Sung-Ik SOHN）の共同研究・R-3「回転球面上での渦斑問題」に関して論文発刊の報告がなされた。流れ問題は本 A3 の重要課題の一つであり、得られた成果は地球流体における力学的側面・とくに地球のような回転流体におけるジェット気流の蛇行など、数ヶ月程度の気象現象に関わる物理現象の一つの単純力学モデルであり、その意義は大きい。これをステップに回転球面上の渦斑の新しい定常解の探索の可能性および Semi Lagrange 法の開発など新たな共同研究のテーマが浮上し平成 30 年度の共同研究として継続することとなった。

6-3 若手研究者育成

若手育成については、引き続きチュートリアル型、トータルイマージョン合宿型、交流型を行っていくが、今年度は 5 月に韓国大田広域市での A3 Workshop on Interdisciplinary Research Connecting Mathematics and Biology II（「数学と生物をつなぐ分野横断的研究 II」）において数理モデル化の手法を会得できるような Workshop プログラムを開催した。とくに「実験と理論を相互に往来できる研究者」というスタイルを若手研究者に提示し、その定着を図った。同時にそれを実践している著名な研究者の一人である Marty GOLUBITSKY 氏による力学系とその生命科学への応用に関わる講演も好評であった。

8 月の国際会議「Applied Algebraic Topology」においては、応用トポロジー研究の最先

端の話題を提供すると同時にミニチュートリアルも実施した。とくに R. GHRIST らによる連続講演はその素晴らしい内容とプレゼン技術は若手研究者に強い印象を残した。

さらに 10 月初旬に実施した「Geometry and Inverse Problems」では、逆問題および偏微分方程式論における幾何学的問題に焦点をあてた 2 名の著名な研究者 Samuli SILTANEN 教授 及び Daniel PERALTA-SALAS 教授によるチュートリアル連続講義は、非常に良く準備された体系的講義であり意義深いものであった。全体として、いずれのチュートリアル・連続講演もレベルが高く、また体系的であり若手育成に大きく貢献した。

6-4 その他（社会貢献や独自の目的等）

特になし

6-5 今後の課題・問題点

平成 29 年 10 月の中国青島市での第 4 回の全体セミナーにおいて A3 の各国代表、JSIAM、CSIAM、KSIAM 及び中国の科学技術政策の関係者が一同に集まり、日中韓の応用数理学の multi-lateral cooperation について審議された。A3 がこのような多国間連携のきっかけとなったことは大きな意義がある。これは今年度スタートしたばかりであり、現在は意見交換・情報交換を中心に進めているが、平成 30 年度からは各国の SIAM 関係の研究集会等での相互乗り入れによる交流が始まる予定である。日中韓の multi-lateral な連携に関して、重要な役割を担う研究者は A3 の中心的人物でもあり、日本側も本プログラムが継続する期間中（平成 31 年 7 月まで）は、この連携に貢献したいと考えている。平成 31 年後半からは、A3 としての資金的援助はなくなるため、この連携に関わる具体的実施内容は今後の課題となるが、拠点間連携を通じて貢献を模索したい。

6-6 本研究交流事業により発表された論文

(1) 平成 29 年度に学術雑誌等に発表した論文・著書 15 本

うち、相手国参加研究者との共著 4 本

(2) 平成 29 年度の国際会議における発表 10 件

うち、相手国参加研究者との共同発表 0 件

(3) 平成 29 年度の国内学会・シンポジウム等における発表 11 件

うち、相手国参加研究者との共同発表 2 件

(※ 「本事業名が明記されているもの」を計上・記入してください。)

(※ 詳細は別紙「論文リスト」に記入してください。)

7. 平成29年度研究交流実績状況

7-1 共同研究

整理番号	R-1	研究開始年度	平成 26 年度	研究終了年度	平成 31 年度
研究課題名	(和文) 階層的ヘテロパターンと流れの数理と計算 (英文) Hierarchical and Heterogeneous Patterns and Flows				
日本側代表者 氏名・所属・職	(和文) 西浦廉政・東北大学・特任教授 (英文) Yasumasa NISHIURA・Tohoku University・Specially Appointed Professor				
相手国側代表者 氏名・所属・職	(英文) China: Pingwen ZHANG・Peking University・Professor Korea: Hyeonbae KANG・Inha University・Professor				
29年度の研究 交流活動	<p>平成 29 年 5 月に韓国大田広域市にて A3 Workshop on Interdisciplinary Research Connecting Mathematics and Biology II (「数学と生物をつなぐ分野横断的研究 II」) を開催し、主にシステムバイオロジー、発生・細胞動態、確率過程、感染システムを中心とした 24 件の講演が行われた。平成 29 年 10 月に東北大学 Tohoku Forum for Creativity (TFC)にて「Geometry and Inverse Problems」を東北大学の坂口茂を中心として開催された。本セミナーにおいては逆問題および偏微分方程式論に焦点をあてた 2 つの並列の連続講義を実施すると同時に、それに付随した MATLAB を用いた演習も実施した。平成 29 年 10 月に第 4 回の全体セミナーを中国青島市にて開催した。今回は中国 CSIAM の分科会として開催された。ここでは A3 の代表、JSIAM、CSIAM、KSIAM 及び中国の科学技術政策の関係者が一同に集まり、日中韓の応用数理科学の multi-lateral cooperation について各国の現状報告と今後の方向性について議論した。平成 29 年 12 月に A3 Workshop on Soft Matter を韓国大田広域市にて開催しコロイド懸濁液のレオロジーについて、微視的なシミュレーションと偏微分方程式を用いた連続体モデルについて集中的な議論を実施した。</p>				

<p>29年度の研究 交流活動から得 られた成果</p>	<p>青島での全体会議ではA3の活動がきっかけとなりJSIAM、CSIAM、KSIAMを中心とする日中韓の応用数理科学のmulti-lateral cooperationの礎が作られた。これは中長期的観点から極めて大きな成果である。学問的には数学と生物をつなぐ分野横断的研究Ⅱ、A3 Workshop on Soft Matter、そして青島での全体会議の3つを通して、Phase Field型のモデル化と数値計算そしてその解析という研究交流目標の大きな柱が、共通課題として明確になってきたことが大きい。実際、青島での会議でのXiamen大学のJ. SHEN教授のPhase Field型問題への数値解析手法の提案は、非常に広いクラスの問題に対して安定なスキームを提供し、実際R-1における材料科学のナノ微粒子形態形成問題にも適用できることが判明し、平成30年度から本格的に共同研究を推進するテーマの一つとなった。また韓国大田広域市での数学と生物をつなぐ分野横断的研究Ⅱにおいては、細胞運動等におけるPhase Field手法によるモデル化は活発な議論を呼び、さらにSoft Matter研究会において、中国のMasao DOIのオンサガー原理による統一的な取り扱いは、変分的手法という観点からPhase Field法と関連するところもあり関連が深い。</p> <p>平成29年10月の「Geometry and Inverse Problems」は好評であった東北大学Tohoku Forum for Creativity (TFC)での開催となり逆問題および偏微分方程式論における幾何学的問題に焦点をあてた2名の著名な研究者Samuli SILTANEN教授 (University of Helsinki: 逆問題)、Daniel PERALTA-SALAS教授 (Instituto de Ciencias Matemáticas: トポロジーと偏微分方程式)による集中連続講義を実施され、理論と応用の両面において、本事業における中心的課題であるヘテロ性のモデリング、シミュレーションとその材料科学への応用に深く関わるテーマの解説および議論を実施することができ若手育成にも大きく貢献した。</p>
--------------------------------------	--

整理番号	R-2	研究開始年度	平成 26 年度	研究終了年度	平成 31 年度
研究課題名	<p>(和文) 計算トポロジー、力学系、離散幾何の材料科学、生命科学への応用</p> <p>(英文) Computational Topology、 Dynamical Systems、 Discrete Geometry and Their Applications to Materials Science and Life Science</p>				
日本側代表者 氏名・所属・職	<p>(和文) 國府寛司・京都大学・教授</p> <p>(英文) Hiroshi KOKUBU・Kyoto University・Professor</p>				
相手国側代表者 氏名・所属・職	<p>(英文) China: Pingwen ZHANG・Peking University・Professor</p> <p>Korea: Hyeonbae KANG・Inha University・Professor</p>				
29年度の研 究交流活動	<p>平成 29 年 8 月に「Applied Algebraic Topology 2017」を平岡裕章、國府寛司を中心として北海道大学にて開催した。世界最先端の応用トポロジーの研究者を多数招待し、研究討論をおこなった。日中韓の参加者はそれぞれの研究分野ごとにわかれて応用トポロジー的研究テーマについて議論をおこなった。トポロジーのみならず、圏論、組合せ論、確率論、さらには機械学習や脳科学・材料科学への応用など、幅広い分野の話題を扱い、純粋数学・応用数学の幅広さを与える機会を提供できた。会議の前の週にチュートリアルも実施した。</p>				
29年度の研 究交流活動から得 られた成果	<p>これまで本事業において位相的データ解析や力学系の位相的手法といった話題をチュートリアルなどで多く取り上げ若手育成に取り組んできたが、平成 29 年度はその集大成として国際会議「Applied Algebraic Topology」を開催し、応用トポロジー研究の最先端の話題を共有できたことは大きい。とくに会議前に実施したチュートリアルは R. Ghrist らによる連続講義は若手の動機付けと問題意識の捉え方を明確に意識した極めて優れたものであり、これにより、これまでの事業期間で継続してきた基礎固めを研究レベルに引き上げることを可能にした。また研究討論の時間も十分確保したことから、とりわけ日中韓の若手参加者が自身の研究テーマへ応用可能なレベルで知識を習得することができた。</p>				

整理番号	R-3	研究開始年度	平成 27 年度	研究終了年度	平成 31 年度
研究課題名	(和文) 回転球面上の渦斑の安定性 (英文) Stability of a vortex patch on rotating sphere				
日本側代表者 氏名・所属・職	(和文) 坂上貴之・京都大学・教授 (英文) Takashi SAKAJO・Kyoto University・Professor				
相手国側代表者 氏名・所属・職	(英文) Korea: Sun-Chul KIM、 Chung-Ang University、 Professor Sung-Ik、 SOHN、 Gangneung-Wonju National University、 Professor				
29年度の研 究交流活動	今年度の研究計画に基づき回転球面上にあるジェット流のモデルである渦帯(Vortex Strip)の境界面の安定性を、回転の効果を幾層かの渦膜(Vortex Layers)で近似するバロトロピックなオイラー流モデルを用いて調べた。線型安定性解析を韓国側研究者が行い、不安定な場合の時間発展を坂上が数値的に調べた。いくつかの準備的研究をそれぞれ独立に進めたあと、夏に Sung-Ik SOHN が札幌に滞在して、論文の執筆を完成した。その後、今後の新しい研究課題の可能性について継続的にメールで議論を行い、3月に杭州で開催された流体ワークショップにおいて今後の研究テーマについてさらに議論を進めた。				
29年度の研 究交流活動から得 られた成果	線型安定性解析の結果、渦帯(Vortex strip)が摂動波数に応じて、その安定性が変化する。また固有値は一定の値に、また固有ベクトルはある関数へ収束し、回転面上における Vortex strip の安定性に関する固有関数に対応している。加えて、この線型安定性解析に基づいて非線型の時間発展の様子との比較を行い、不安定化した Vortex Strip の微小摂動の時間発展率は線型安定性解析の予想とよく一致することを確認できた。また一部のケースにおいては、Strip の境界ではなく、Strip の内部や球面の別の Layer の境界が先に不安定する様子も見られ、渦帯の不安定化が渦帯自身でなく、そこから離れた場所で最初に発現することも分かった。これはジェット気流の蛇行が赤道付近に突然影響を与えることを示唆する結果であり、大気力学的にも興味深いものである。これに加えて、土星や木星などの惑星大気や地球惑星大気のケースに相当するロスビー数での安定性解析を行い、極域にある渦帯の安定モードについて調べた。その結果土星などで観測されているモード7の不安定性が、本モデルでも確認され惑星流体的にも興味深い結果となった。これに続いて来年度の研究テーマについて、新しい回転球面の流体数値計算法の開発と新しい球面流体上の定常解の探索へと進むことになった。				

7-2 セミナー

整理番号	S-1
セミナー名	(和文) 2017 A3 ワークショップ 「数学と生物をつなぐ分野横断的研究Ⅱ」
	(英文) 2017 A3 Workshop on Interdisciplinary Research Connecting Mathematics and Biology II
開催期間	平成 29 年 5 月 12 日 ~ 平成 29 年 5 月 14 日 (3 日間)
開催地 (国名、都市名、会場名)	(和文) 韓国、大田広域市、国立数理科学研究所
	(英文) Korea、Daejeon、National Institute for Mathematical Sciences(NIMS)
日本側開催責任者 氏名・所属・職	(和文) 秋山正和・北海道大学・助教
	(英文) Masakazu AKIYAMA・Hokkaido University・Assistant Professor
相手国側開催責任者 氏名・所属・職 (※日本以外での開催の場合)	(英文) Jae Kyoung KIM・KAIST・Assistant Professor

参加者数

派遣先 派遣元		セミナー開催国 (韓国)	
		A.	B.
日本 〈人／人日〉	A.	5 / 20	
	B.	1	
中国 〈人／人日〉	A.	5 / 25	
	B.	8	
韓国 〈人／人日〉	A.	6 / 18	
	B.	4	
合計 〈人／人日〉	A.	16 / 63	
	B.	13	

A. 本事業参加者 (参加研究者リストの研究者等)

B. 一般参加者 (参加研究者リスト以外の研究者等)

※日数は、出張期間 (渡航日、帰国日を含めた期間) としてください。これによりがたい場合は、備考欄を設け、注意書きを付してください。

<p>セミナー開催の目的</p>	<p>生物の発生過程やその機能に関する実験的な研究は、古くから非常に重要なテーマとして取り組まれている。今日の計測技術の発展により、細胞の観察イメージや分子の動態などのようなマイクロなデータを膨大に得ることが可能となった。しかしながら、そのようなデータを単に観察するだけでは、生物のしくみを理解することは困難であることも同時に判明しつつある。そこで、このような発生現象を数学的観点から捉えることで解明を目指す方法論が近年着目されている。</p> <p>そこで本研究集会では、このような研究スタイルを構築しようとする若手研究者を集め、日中韓の数学研究者と生物研究者の交流を通じて、共同研究の可能性を模索することが目的である。</p>															
<p>セミナーの成果</p>	<p>本ワークショップでは2日半にわたりシステムバイオロジー、発生・細胞動態、確率過程、感染システムを中心としたトピックについて24件の講演が行われた。日中韓のオーガナイザーにより、各国およそ6～7名程度の講演者となるように決定した。また Marty GOLUBITSKY 氏のような欧州の著名な研究者による講演も数名程度行われた。日本チームの講演者は小林亮、小林康明、李聖林、西川正俊、岩見真吾、秋山正和であるが、講演者全員は「実験と理論の両方を相互に行き来できるような人材」であることが共通する。これは、このようなチームカラーを中国や韓国側に示すことにより今後の共同研究に結びつけることを意図して選ばれたものである。</p> <p>昨年度まではシステムバイオロジーの発表枠が非常に多かったが、今年度からは上記のような新しい取り組みを設けることによって多様な研究に関する相互交流を図ることができた。セミナー終了後に互いの交流をさらに促進するために、有志が集まり懇親会が開かれたが、その際、次回のホスト国は日本になることが議論され決定した。特に中国と日本チームでは Phase Field 法を用いた応用研究が盛んであることが判明したため、来年度のワークショップではこの方法論に関する基礎的・応用的な講演を行い、共同研究に向けた活動を行うことが結論された。</p>															
<p>セミナーの運営組織</p>	<p>韓国側：Jae Kyoung KIM (KAIST (Korea Advanced Institute of Science and Technology))</p> <p>中国側：Lei ZHANG (Peking University)、</p> <p>日本側：秋山正和 (北海道大学)</p>															
<p>開催経費分担内容 と金額</p>	<table border="1"> <tr> <td data-bbox="494 1892 662 1926">日本側</td> <td data-bbox="662 1892 877 1926">内容</td> <td data-bbox="877 1892 957 1926">国内旅費</td> <td data-bbox="957 1892 1037 1926">金額</td> <td data-bbox="1037 1892 1364 1926">35,760 円</td> </tr> <tr> <td></td> <td></td> <td>外国旅費</td> <td></td> <td>357,464 円</td> </tr> <tr> <td></td> <td></td> <td></td> <td>合計</td> <td>393,224 円</td> </tr> </table>	日本側	内容	国内旅費	金額	35,760 円			外国旅費		357,464 円				合計	393,224 円
日本側	内容	国内旅費	金額	35,760 円												
		外国旅費		357,464 円												
			合計	393,224 円												

	中国側	内容 外国旅費
	韓国側	内容 会議費 国内旅費

整理番号	S-2
セミナー名	(和文) 日本学術振興会日中韓フォーサイト事業 国際会議「応用トポロジー2017」
	(英文) JSPS A3 Foresight Program international workshop “Applied Algebraic Topology 2017”
開催期間	平成 29 年 8 月 8 日 ~ 平成 29 年 8 月 12 日 (5 日間)
開催地 (国名、都市名、会場名)	(和文) 日本、札幌市、北海道大学
	(英文) Japan、Sapporo、Hokkaido University
日本側開催責任者 氏名・所属・職	(和文) 平岡裕章・東北大学材料科学高等研究所・教授
	(英文) Yasuaki HIRAOKA・AIMR、Tohoku University・Professor
相手国側開催責任者 氏名・所属・職 (※日本以外での開催の場合)	(英文)

参加者数

派遣先 派遣元		セミナー開催国 (日本)	
		A.	B.
日本 〈人／人日〉	A.	2 / 12	
	B.	120	
中国 〈人／人日〉	A.	4 / 26	
	B.	0	
韓国 〈人／人日〉	A.	5 / 33	
	B.	0	
合計 〈人／人日〉	A.	11 / 71	
	B.	120	

A. 本事業参加者 (参加研究者リストの研究者等)

B. 一般参加者 (参加研究者リスト以外の研究者等)

※日数は、出張期間 (渡航日、帰国日を含めた期間) としてください。これによりがたい場合は、備考欄を設け、注意書きを付してください。

セミナー開催の目的	本国際会議は、応用トポロジーに関する話題を取り扱う。近年この分野は生命科学、脳科学、材料科学、情報通信など活発な理論および応用研究が進められている。この国際会議を通じて、当該分野で必要となる十分な知識を持ち、かつそれらを活用できる若手研究者の育成に取り組む。													
セミナーの成果	<ul style="list-style-type: none"> ● 応用トポロジーの最先端の研究者を多数招待し、研究討論をおこなった。日中韓の参加者はそれぞれの研究分野ごとにわかれて応用トポロジー的研究テーマについて議論をおこなった。 ● トポロジーに加えて圏論、組合せ論、確率論、さらには機械学習や脳科学・材料科学への応用など、幅広い分野の話題を扱い、純粹数学・応用数学の幅広さを知る機会を提供できた。 <p>研究討論の時間も十分確保したことから、日中韓の参加者が自身の研究テーマへ応用可能なレベルで知識を習得することができた。</p>													
セミナーの運営組織	代表・平岡裕章（東北大学材料科学高等研究所）													
開催経費分担内容と金額	日本側	<table border="1"> <tr> <td>内容</td> <td>会議費</td> <td>金額</td> <td>83,550 円</td> </tr> <tr> <td></td> <td>国内旅費</td> <td></td> <td>597,770 円</td> </tr> <tr> <td></td> <td></td> <td>合計</td> <td>681,320 円</td> </tr> </table>	内容	会議費	金額	83,550 円		国内旅費		597,770 円			合計	681,320 円
	内容	会議費	金額	83,550 円										
		国内旅費		597,770 円										
		合計	681,320 円											
中国側	内容	外国旅費												
韓国側	内容	外国旅費												

整理番号	S-3
セミナー名	(和文) 日本学術振興会日中韓フォーサイト事業「幾何学と逆問題」
	(英文) Geometry and Inverse Problems cooperation with A3 FORESIGHT PROGRAM
開催期間	平成 29 年 10 月 2 日 ~ 平成 29 年 10 月 6 日 (5 日間)
開催地 (国名、都市名、会場名)	(和文) 日本、仙台市、東北大学
	(英文) Japan、 Sendai、 Tohoku University
日本側開催責任者 氏名・所属・職	(和文) 東北大学情報科学研究科・教授・坂口茂
	(英文) Shigeru SAKAGUCHI、 Graduate School of Information Sciences、 Tohoku University、 Professor
相手国側開催責任者 氏名・所属・職 (※日本以外での開催の場合)	(英文)

参加者数

派遣元 \ 派遣先	セミナー開催国 (日本)	
	A.	B.
日本 〈人／人日〉	3 / 15	
	65	
中国 〈人／人日〉	4 / 18	
	3	
韓国 〈人／人日〉	1 / 7	
	0	
合計 〈人／人日〉	8 / 40	
	68	

A. 本事業参加者 (参加研究者リストの研究者等)

B. 一般参加者 (参加研究者リスト以外の研究者等)

※日数は、出張期間 (渡航日、帰国日を含めた期間) としてください。これによりがたい場合は、備考欄を設け、注意書きを付してください。

セミナー開催の目的	<p>本セミナーは、知のフォーラムのテーマ別プログラム:「Nonlinear Partial Differential Equations for Future Applications」の一環である副題「Geometry and Inverse Problems」のプログラムにおいて、逆問題および偏微分方程式論における幾何学的洞察に焦点をあてた専門家2名 [Samuli SILTANEN 教授 (University of Helsinki) 逆問題、 Daniel PERALTA-SALAS 教授 (Instituto de Ciencias Matemáticas) トポロジーと偏微分方程式] による並列した連続講義および最終日の招待講演者によるワークショップからなり、理論と応用の両面において問題の紹介・解説および議論を行うことを目的とする。時として幾何学的洞察は様々な側面において問題解決の鍵となるアイデアや解法を提供し、本事業における中心的課題であるヘテロ性のモデリング、シミュレーションとその材料科学への応用に深く関わっている。</p>	
セミナーの成果	<p>本セミナーにおいて得られた主な成果は次の3点である。</p> <p>(1) 逆問題および偏微分方程式論に焦点をあてた2つの並列の連続講義により、様々な場面に幾何学的洞察が現れることとその重要性を認識することができた。</p> <p>(2) 逆問題の連続講義に付随した MATLAB を用いた演習では幾何学的洞察の可視化の有効性を体験することができた。</p> <p>(3) 連続講義期間内および最終日のワークショップでの副題に関連する専門家による様々な講演では、理論と応用両面における最新の研究動向を知ることができた。</p> <p>特に (1)と(3) についてはその様子が既に Tohoku Forum for Creativity (TFC)のホームページでビデオ公開されている。大学院生等の若手研究者が多く参加し 若手育成に貢献した。東北大院生1名が平成30年2月から2ヶ月間 SILTANEN 教授を研究訪問している。</p>	
セミナーの運営組織	<p>日本側：坂口茂（東北大学） 韓国側：Jinhae PARK（Chungnam National University）</p>	
開催経費分担内容と金額	日本側	内容 国内旅費 金額 140,800 円
	中国側	内容 外国旅費
	韓国側	内容 外国旅費

整理番号	S-4
セミナー名	(和文) 日本学術振興会日中韓フォーサイト事業「階層的ヘテロ流れのモデリング、シミュレーションとその材料科学への応用IV」 (英文) JSPS A3 Foresight Program “Modeling and Simulation of Hierarchical and Heterogeneous Flow Systems with Applications to Materials Science IV”
開催期間	平成 29 年 10 月 13 日 ～ 平成 29 年 10 月 15 日 (3 日間)
開催地 (国名、都市名、会場名)	(和文) 中国、青島市、ファンハイホテル (英文) China、Qingdao、Huanghai Hotel
日本側開催責任者 氏名・所属・職	(和文) 西浦廉政・東北大学材料科学高等研究所・特任教授 (英文) Yasumasa NISHIURA・AIMR、Tohoku University・Specially Appointed Professor
相手国側開催責任者 氏名・所属・職 (※日本以外での開催の場合)	(英文) Pingwen ZHANG、Peking University・Professor

参加者数

派遣先 派遣元		セミナー開催国 (中国)	
		A.	B.
日本 〈人／人日〉	A.	18 / 77	
	B.	0	
中国 〈人／人日〉	A.	19 / 79	
	B.	0	
韓国 〈人／人日〉	A.	10 / 40	
	B.	0	
合計 〈人／人日〉	A.	47 / 196	
	B.	0	

A. 本事業参加者 (参加研究者リストの研究者等)

B. 一般参加者 (参加研究者リスト以外の研究者等)

※日数は、出張期間 (渡航日、帰国日を含めた期間) としてください。これによりがたい場合は、備考欄を設け、注意書きを付してください。

セミナー開催の目的	平成 26 年度韓国・済州島での第一回、平成 27 年度中国・厦門での第二回、そして平成 28 年度日本・仙台での第三回全体セミナーを受けて、第四回全体セミナーを中国青島にて開催する。3 つの拠点大学：東北大学、北京大学、仁荷大学を核として、階層的ヘテロ流れのモデリング、シミュレーションとその材料科学への応用に関わる共同研究成果の発表と今後の全体方針に向けての討論の場とする。今回の全体セミナーは中国 CSIAM(China Society for Industrial and Applied Mathematics)の分科会として開催されるため、多彩な特別講演も企画されており、若手研究者にとっても極めて有意義な刺激の多いセミナーとなっている。													
セミナーの成果	今回は中国 CSIAM の分科会として開催された。ここでは、A3 の代表、JSIAM、CSIAM、KSIAM 及び中国の科学技術政策の関係者が一同に集まり、日中韓の応用数理科学の multi-lateral cooperation について、各国の現状報告と今後の方向性について議論した。まずは情報交換の場として、ウェブサイトを通じて日中韓の SIAM 活動の情報共有を図ることで意見が一致した。A3 もこれに積極的に協力していくこととなり、意義あるセミナーとなった。流体・生命科学・機械学習等に関わる多彩な講演が実施され、招聘した Messoud EFENDIYEV による特別講演 Mathematical modeling of life science problems も好評であった。とくに Xiamen 大学の Jie SHEN の Phase Field 型問題への数値解析手法の提案は、非常に広いクラスの問題に対して安定なスキームを提供し、実際共同研究・R-1 における材料科学のナノ微粒子形態形成問題にも適用できることが判明し、平成 30 年度から本格的に共同研究を推進することとなった。													
セミナーの運営組織	日本側：西浦 廉政、平岡裕章（東北大学） 中国側：Pingwen ZHANG（Peking University） 韓国側：Hyeonbae KANG（Inha University）													
開催経費分担内容と金額	日本側	<table border="1"> <tr> <td>内容</td> <td>国内旅費</td> <td>金額</td> <td>138,180 円</td> </tr> <tr> <td></td> <td>外国旅費</td> <td></td> <td>1,220,630 円</td> </tr> <tr> <td></td> <td>合計</td> <td></td> <td>1,358,810 円</td> </tr> </table>	内容	国内旅費	金額	138,180 円		外国旅費		1,220,630 円		合計		1,358,810 円
	内容	国内旅費	金額	138,180 円										
		外国旅費		1,220,630 円										
	合計		1,358,810 円											
中国側	<table border="1"> <tr> <td>内容</td> <td>国内旅費</td> </tr> <tr> <td></td> <td>会議費</td> </tr> </table>	内容	国内旅費		会議費									
内容	国内旅費													
	会議費													
韓国側	<table border="1"> <tr> <td>内容</td> <td>外国旅費</td> </tr> </table>	内容	外国旅費											
内容	外国旅費													

整理番号	S-5
セミナー名	(和文) 日中韓フォーサイト事業 ソフトマター研究会Ⅲ
	(英文) JSPS A3 Workshop on soft matterⅢ
開催期間	平成 29 年 12 月 19 日 ~ 平成 29 年 12 月 21 日 (3 日間)
開催地(国名、都市名、会場名)	(和文) 韓国、大田広域市、忠南大学校
	(英文) Korea, Daejeon, Chungnam National University
日本側開催責任者 氏名・所属・職	(和文) 義永那津人・東北大学・准教授
	(英文) Natsuhiko YOSHINAGA・TOHOKU University・Associate Professor
相手国側開催責任者 氏名・所属・職 (※日本以外での開催の場合)	(英文) Masao DOI・Beihang University・Professor Jinhae PARK・Chungnam National University・Associate Professor

参加者数

派遣先 派遣元		セミナー開催国 (韓国)	
		A.	B.
日本 〈人／人日〉	A.	6 / 27	
	B.	0	
中国 〈人／人日〉	A.	5 / 25	
	B.	0	
韓国 〈人／人日〉	A.	9 / 27	
	B.	19	
合計 〈人／人日〉	A.	20 / 79	
	B.	19	

A. 本事業参加者（参加研究者リストの研究者等）

B. 一般参加者（参加研究者リスト以外の研究者等）

※日数は、出張期間（渡航日、帰国日を含めた期間）としてください。これによりがたい場合は、備考欄を設け、注意書きを付してください。

<p>セミナー開催の目的</p>	<p>平成 28 年度の研究会において、コロイド懸濁液のレオロジーについて、微視的なシミュレーションと偏微分方程式を用いた連続体モデルについて議論が深まり、中国側の Masao DOI 教授を中心にこれまでの研究の歴史と、最近の理論の発展について情報を交換することができた。コロイド懸濁液は粘性と弾性が共存する、いわゆる複雑流体の一例であるが、複雑流体には、コロイド懸濁液や液晶だけでなく、高分子流体なども含まれている。本年度は、韓国側の Jinhae PARK 教授が中心となって、Institute for Basic Science や大田科学技術大学(UNIST)の高分子グループなどとも協力して、複雑流体について最近の理論的研究の発展について情報を交換し、各研究者の手法を融合することで新規な理論的枠組みを展開するための機会を作ることを目的とする。前回の研究会から継続して議論した結果、平成 29 年の 12 月に行うことが、研究の進展と研究者の時間調整とのバランスから望ましい。ただし、詳細な日程は現在調整中である。</p>		
<p>セミナーの成果</p>	<p>コロイド懸濁液のレオロジーについて、微視的なシミュレーションと偏微分方程式を用いた連続体モデルについて議論が深まり、中国側の Masao Doi を中心にこれまでの研究の歴史と、最近の理論の発展について情報を交換することができた。特に、ぬれや界面の現象に対して、変分原理を用いた理論が Masao DOI によるシリーズ講演を中心に提案され、この理論的手法の詳細をすべての参加者で共有することができた。また、講演中、またその前後で行われた活発な議論によって、この手法の他の問題に対する有効性や問題点についていくつか考察すべき問題が明らかになった。その結果、中国側の Yana DI と日本側の Yueyuan GAO を中心に、多成分液滴のぬれの問題を、流体を含めて記述できる理論的手法について議論し、今後解析すべき理論モデルと実験との関係を整理することができた。</p>		
<p>セミナーの運営組織</p>	<p>中国側：Masao DOI (Beihang University) 韓国側：Jinhae PARK (Chungnam National University) 日本側：義永那津人、西浦廉政 (東北大学)</p>		
<p>開催経費分担内容と金額</p>	<p>日本側</p>	<p>内容 国内旅費</p>	<p>金額 118,367 円 外国旅費 466,547 円 合計 584,914 円</p>
	<p>中国側</p>	<p>内容 外国旅費</p>	
	<p>韓国側</p>	<p>内容 国内旅費 会議費</p>	

整理番号	S-6
セミナー名	(和文) 第3回 日中韓フォーサイト事業ワークショップ「渦力学と特異な流体運動の数理」
	(英文) The 3 rd A3 Workshop on Vortex Dynamics and Mathematics of singular fluid phenomena
開催期間	平成30年3月9日～平成30年3月11日(3日間)
開催地(国名、都市名、会場名)	(和文) 中国、杭州、浙江大学
	(英文) China、Hangzhou、Zhejiang University
日本側開催責任者 氏名・所属・職	(和文) 坂上貴之・京都大学・教授
	(英文) Takashi SAKAJO・Kyoto University・Professor
相手国側開催責任者 氏名・所属・職 (※日本以外での開催の場合)	(英文) Sun-Chul KIM(Chung-Ang Univ.、 Professor) Sung-Ik SOHN(Gangneung-Wonju National Univ.、 Professor) Ruo LI (Peking Univ.、 Professor)

参加者数

派遣先 派遣元		セミナー開催国 (中国)	
		A.	B.
日本 〈人/人日〉	A.	13/ 50	
	B.	0	
中国 〈人/人日〉	A.	15/ 60	
	B.	0	
韓国 〈人/人日〉	A.	10/ 40	
	B.	0	
合計 〈人/人日〉	A.	38/ 150	
	B.	0	

- A. 本事業参加者(参加研究者リストの研究者等)
- B. B. 一般参加者(参加研究者リスト以外の研究者等)
- C. ※日数は、出張期間(渡航日、帰国日を含めた期間)としてください。これにより
がたい場合は、備考欄を設け、注意書きを付してください。

<p>セミナー開催の目的</p>	<p>本ワークショップの目的は、日韓の研究者が中心になって開催された過去2回のワークショップ（沖縄・釜山）での研究交流の成功を受け、この流れを A3 の枠組みへと発展させることを目的とする。既に日本と韓国の研究者間の共同研究が先行して進んでいるが、過去2回のワークショップでの研究交流を通じて、中国からの参加者との共同研究の可能性が強く示唆されている。特に、渦力学と乱流現象を代表とする複雑かつ特異な挙動を示す流体運動の数理解析や数値解析についての問題意識が共有されつつある。この問題意識を具体的な共同研究へとつなげるため、数理流体力学と計算流体力学（渦力学の数理解析と乱流の計算科学）および、それに関連した話題について A3 各国の研究者がそれぞれの最新の研究成果を話題として提供し、日韓における共同研究の日中韓への枠組みの拡大を目指す。そのために、講演だけでなく研究の実質的議論が進むよう配慮する。また本ワークショップでは日中韓三カ国の学生間の交流も促進し、未来志向の研究集会としたい。</p>
<p>セミナーの成果</p>	<ul style="list-style-type: none"> ● 日韓の研究者（坂上・Sun-Chul Kim・Sung-Ik Sohn）の共同研究（R-3）の成果が論文誌に掲載されたことを受け、継続の研究テーマについて議論を行った。その結果、回転球面上の渦斑の新しい定常解の探索の可能性、および Semi Lagrange 法の開発という点について今後の共同研究の継続を行うこととなった。ここに、本共同研究に宇田助教も参加することとなった。 ● 日中韓の研究者が先端の研究成果について講演し、互いの研究について活発な議論が行われた。今回は三カ国が新しい参加者を積極的に参加させたことにより、ボルツマン方程式の研究や乱流場における粒子系の問題、保存則の問題など、三カ国の研究者が共通に問題意識を持つテーマを新たに見出すことができた。新たに大学院生を参加させ若手研究者の交流を拡大することができた。 <p>次回の流体に関する日中韓ワークショップについても、開催の方向で検討することとなった。次回は日本がホストとなる。現時点では淡路・鳴門エリアでの開催を検討している。</p>
<p>セミナーの運営組織</p>	<p>日本側：坂上貴之（京都大学）、岡本久（学習院大学） 韓国側：Sun-Chul KIM (Chung-Ang University) Sung-Ik SOHN (Gangneung-Wonju National University) 中国側：Ruo LI (Peking University)</p>

開催経費分担内容と金額	日本側	内容 国内旅費 金額 157,600 円 外国旅費 1,159,630 円 合計 1,317,230 円
	中国側	内容 国内旅費 会議費
	韓国側	内容 外国旅費

7-3 研究者交流（共同研究、セミナー以外の交流）

共同研究、セミナー以外でどのような交流（日本国内の交流を含む）を行ったか記入してください。

日数	派遣研究者		訪問先・内容		派遣先
	氏名・所属・職名	氏名・所属・職名	氏名・所属・職名	内容	
4 日間	Ruo Li・北京大学・教授	坂上貴之・京都大学・教授		研究交流およびH30年度における共同研究および、セミナー(S-4)についての打ち合わせ。	京都大学
4 日間	坂上貴之・京都大学・教授	Ruo Li・北京大学・教授		研究交流およびH30年度における共同研究および、セミナー(S-4)についての打ち合わせ。	北京大学
7 日間	Svadlenka KAREL・京都大学・准教授	Xu Xianmin・Chinese Academy of Sciences・准教授/Yana Di・Chinese Academy of Sciences・准教授		研究交流およびH30年度における共同研究および、セミナー(S-4)についての打ち合わせ。	Chinese Academy of Sciences
4 日間	Xu Xianmin・Chinese Academy of Sciences・准教授	Svadlenka KAREL・京都大学・准教授		研究集会参加およびH30年度における共同研究(R-1)の打合せ	明治大学
7 日間	Yana Di・Chinese Academy of Sciences・准教授	Svadlenka KAREL・京都大学・准教授		研究集会参加およびH30年度における共同研究(R-1)の打合せ	明治大学 京都大学
3 日間	秋山正和・北海道大学・助教	李聖林・広島大学・准教授		来年度開催予定のA3セミナーに関する打合せ・共同研究打合せ(R-1)	広島大学

7-4 中間評価の指摘事項等を踏まえた対応

中間評価において指摘されたテーマ2の「生体分子集合体の動的な時空間構造」についての進捗の遅れに対する対応：

大幅に改善され今後の発展が期待されるレベルとなった。具体的には日本側の Karel SVADLENKA が平成 29 年 9 月 K.SVADLENKA が北京を訪問し、中国科学アカデミーの Xianmin XU と Yana DI と共同研究・R-1 のテーマに関する研究打ち合わせを行った。とくに界面運動の多相問題における接合点の高精度な数値解法および非等方的エネルギーをもつ界面の多相問題の数学的な扱いについて議論をし、問題の定式化・解決への方向性の

検討を行った。その一部は Karel SVADLENKA の論文成果に反映された。またこれまでの A3 全体会議・ Soft Matter 研究会での継続的研究から。義永らによる suspension における流体力学効果、西浦らによるナノ微粒子形態形成は本課題に密接に関連するものであり、本年度論文および口頭発表の成果につながった。

8. 平成29年度研究交流実績総人数・人日数

8-1 相手国との交流実績

派遣先 派遣元	四半期	日本	中国	韓国	合計
日本	1		1/4 (0/0)	5/20 (1/3)	6/24 (1/3)
	2		1/7 (0/0)	0/0 (0/0)	1/7 (0/0)
	3		17/77 (1/3)	6/28 (0/0)	23/105 (1/3)
	4		12/45 (1/4)	4/18 (0/0)	16/63 (1/4)
	計		31/133 (2/7)	15/66 (1/3)	46/199 (3/10)
中国	1	1/4 (0/0)		5/25 (8/28)	6/29 (8/28)
	2	4/26 (0/0)		0/0 (0/0)	4/26 (0/0)
	3	4/18 (3/21)		5/20 (0/0)	9/38 (3/21)
	4	0/0 (0/0)		0/0 (0/0)	0/0 (0/0)
	計	9/48 (3/21)		10/45 (8/28)	19/93 (11/49)
韓国	1	0/0 (0/0)	0/0 (0/0)		0/0 (0/0)
	2	5/33 (0/0)	0/0 (0/0)		5/33 (0/0)
	3	1/7 (0/0)	12/48 (0/0)		13/55 (0/0)
	4	0/0 (0/0)	10/40 (0/0)		10/40 (0/0)
	計	6/40 (0/0)	22/88 (0/0)		28/128 (0/0)
合計	1	1/4 (0/0)	1/4 (0/0)	10/45 (9/31)	12/53 (9/31)
	2	9/59 (0/0)	1/7 (0/0)	0/0 (0/0)	10/66 (0/0)
	3	5/25 (3/21)	29/125 (1/3)	11/48 (0/0)	45/198 (4/24)
	4	0/0 (0/0)	22/85 (1/4)	4/18 (0/0)	26/103 (1/4)
	計	15/88 (3/21)	53/221 (2/7)	25/111 (9/31)	93/420 (14/59)

※各国別に、研究者交流・共同研究・セミナーにて交流した人数・人日数を記載してください。(なお、記入の仕方の詳細については「記入上の注意」を参考にしてください。)

※本事業経費によらない交流についても、カッコ書きで記入してください。

8-2 国内での交流実績

1	2	3	4	合計
2/4 (0/0)	4/21 (6/36)	2/8 (3/15)	3/6 (0/0)	11/39 (9/51)

9. 平成29年度経費使用総額

(単位 円)

	経費内訳	金額	備考
研究交流経費	国内旅費	2,095,347	国内旅費、外国旅費の合計は、研究交流経費の50%以上であること。
	外国旅費	3,600,046	
	謝金	0	
	備品・消耗品購入費	248,400	
	その他の経費	431,207	
	不課税取引・非課税取引に係る消費税	0	大学にて別途負担
	計	6,375,000	研究交流経費配分額以内であること。
業務委託手数料		637,500	研究交流経費の10%を上限とし、必要な額であること。また、消費税額は内額とする。
合 計		7,012,500	