

**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：	東京大学 大学院数理科学研究科
中国側拠点機関：	浙江大学
韓国側拠点機関：	ヨンセイ大学

**2. 研究交流課題名**

(和文)：応用逆問題のモデル化とその数値計算

(交流分野：数学)

(英文)：Modeling and Computation of Applied Inverse Problems

(交流分野：Mathematics)

研究交流課題に係るホームページ：<http://faculty.ms.u-tokyo.ac.jp/~a3inverse/index.html>

**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：東京大学 大学院数理科学研究科

実施組織代表者（所属部局・職・氏名）：研究科長・教授・河野俊丈

研究代表者（所属部局・職・氏名）：大学院数理科学研究科・教授・山本昌宏

協力機関：筑波大学、広島大学、金沢大学、京都大学、東京海洋大学、岡山理科大学、  
大阪教育大学、神戸大学、北海道大学、東北大学、名古屋大学

事務組織：東京大学教養学部等総務課

**相手国側実施組織**

(1) 中国側実施組織

拠点機関：

(英文) Zhejiang University

(和文) 浙江大学

研究代表者（所属部局・職・氏名）：

(英文) Department of Mathematics・Professor・BAO Gang

協力機関：

(英文) Fudan University, Southeast University, Central China Normal University

(和文) 復旦大学、東南大学、中華師範大学

(2) 韓国側実施組織：

拠点機関：

(英文) Yonsei University

(和文) ヨンセイ大学

研究代表者(所属部局・職・氏名)：

(英文) Computational Science & Engineering Mathematics・Professor・SEO Jin-Keun

協力機関：

(英文) KAIST, Seoul National University, Ewha University, Kyung Hee University, Inha University

(和文) 韓国科学技術院、ソウル大学校、梨花女子大学校、慶熙大学校、仁荷大学校

## 5. 研究交流目標

### 5-1. 全期間を通じた研究交流目標

本プロジェクトの主要課題である逆問題によるモデリングと高機能科学計算手法において、中国、韓国側の研究者・研究機関とは長い協力関係にある。特に日本側 PI と中国側の研究者とは 2000 年以來現在に至るまで、新日鐵及び新日鐵・住友金属などとの共同研究で産業界における諸問題の逆問題に基づいたモデル化や計算手法を編み出しイノベーションを生み出してきた。高機能科学計算を支える数値計算手法を開発するためには現象の適切なモデル化が必要であり、そのようなモデル化を定量的に行う逆問題の研究が重要である。本プロジェクトではそのような三国間の共同研究の実績に基づいて、以下を研究目標とする。

- (1) 現代のテクノロジーを支え、公共の福利や健康などを保証するために本質的な課題の数学的な解決ならびにそのためのモデル化を行う。
- (2) モデル化、数学解析、イメージング、数値手法という一連の問題の解決を同一のプロジェクトチームで実施することにより、実用に耐える高機能科学計算手法を確立する。

### 5-2. 平成29年度研究交流目標

<研究協力体制の構築>

本研究交流目標が理論と応用にまたがるものであるため、円滑な運用のために日本側の研究組織を以下の3つの班に分ける。

- ① 逆問題の理論
- ② 非整数階偏微分方程式の理論
- ③ それらの応用（産業応用、実用化も視野に入れる。）

今年度は、以下を計画している。

- (1) 中国側の研究代表者が平成 29 年 5 月 29 日—6 月 2 日に浙江大学で応用逆問題の国際会議を組織する。日本側から積極的に参加し、成果発表と可能な共同研究のための討議を行う。
- (2) 東京大学大学院数理科学研究科において平成 29 年 12 月と平成 30 年 3 月にそれぞれ組織される産業界からのスタディグループおよび環境数理スタディグループに中韓からの参加を得て、前年度同様に共同作業を行い、現実の問題に現れる逆問題の共同研究にあたる。

このような数学をコアにした産業界、環境工学という異分野との連携の場は東アジアでは例をみない活動であり、数学と産業界との密接な連携活動を日本という枠を越えて日中韓に拡大することを目指す。そのための大学院生への教育という性格も持たせ、持続性のある研究活動としていく。日本側の拠点機関である東京大学大学院数理科学研究科において実施されている数物フロンティア・リーディング大学院プログラムにおける数学による社会連携やその後にもそのような教育プログラムの継続が期待されているが、そのようなプログラムを国際的に発展させるための舞台として本研究交流を整備していく。

- (3) 平成 27 年度に開始された非整数階偏微分方程式などに関する逆問題に関する共同研究を継続し共著論文を完成していく。そのような共同研究に応じて課題ごとに中韓の研究者を日本に 1 か月程度招聘する。
- (4) 日中韓の若手を中心としたセミナーを日本で 2 回程度（平成 29 年 12 月、30 年 2 月を予定）開催して、本研究で得られた成果を討議し、今後の発展を図る。全体の責任は研究代表者が負うものの、課題の設定などは若手研究者育成のために、なるべく若手の自主性を尊重させる。

#### <学術的観点>

現象から見た場合の本プロジェクトの最終的な課題は以下の通りである。

- (1) 電磁波や弾性波を用いた医学診断技術における医学イメージング計算法によるイノベーションのための逆問題などによる数学的な基礎付けと数値手法の開発を目指す。
- (2) セシウム 137 や PM2.5 の拡散の予測など、日中韓で重要な課題となっている問題のよりの確かなモデリングのための手法を開発する。そのための 1 つの有望な方法は非整数階偏微分方程式であるが、その数学解析は古典的偏微分方程式の理論を包含する大きな理論体系になることが期待されており、本研究における日中の研究者により集中的に研究が進められており、欧米の研究者の認知度も目覚ましく増大している。
- (3) 上記の(1)、(2)を実用化のために、それらの現象のモデル方程式に対して、数学的な基

礎付けをより発展させ、それに基づき高速かつ合理的な計算法を開発していく。

#### <若手研究者育成>

逆問題手法は医学診断のような応用逆問題や環境問題のような我々の生活や産業界の課題解決のために不可欠となってきた。現実からの数学への要請はますます多様化、増大してきている。そのような要請に応えるために、若手研究者の人材育成を日中韓で継続的に行うことが重要である。29年度も前年度と同様に若手研究者を日本に2週間～1か月程度招へいして、理論的な共同研究だけではなく、スタディグループなどの活動にも従事してもらい、逆問題や非整数階偏微分方程式などと関連した異分野、社会連携の数学の活動の経験を積んでもらい、可能であれば各自の学術的な研究課題の発掘にもつなげてもらうように指導を行う。さらに日本の参加者も中国、韓国へ派遣をして関連話題の議論を深める。

日中韓の間でも共同研究をより活発に展開する素地として平成29年6～7月の中国・杭州における応用逆問題の国際会議を活用する。今年度も前年度のように、さらに以下の活動も継続して行う。産業界、環境工学の課題解決のためのスタディグループに対しては、日本だけでなく中国、韓国の若手研究者を招き、社会連携の下で本研究課題の逆問題をどのように応用するかを学ぶ実践の場にする。中韓から計10名程度受け入れる。

さらに、S-1に記載されている国際会議に日本の若手研究者を15名程度派遣する。

#### <その他（社会貢献や独自の目的等）>

- (1) 産業界においては例えばプラントのモニタリングなどに関連して多様な逆問題が現れ、その解決が大きな経済効果を上げることがしばしば期待できる。そこでそのような逆問題の実用解法の開発を目指し社会貢献を期す。さらに、産業界や工学分野を巻き込んだスタディグループのような活動に院生などの若手の研究者に参加してもらい、社会貢献と同時に、アカデミア側で数学と関連分野の若手の多様なキャリアパスの開拓につなげる。
- (2) 汚染物質拡散のより良い予測のためには拡散現象を支配している物理パラメータの数学的な手法による決定がまず重要である。本課題の逆問題の研究を通じてそのようなパラメータ決定の手法の向上が望め、拡散の予測精度の向上による安全・安心のための施策に数学から寄与することを目指す。

## 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

本年度は、応用逆問題の数学解析と数値手法に関する共同研究が日中間で、以下のような活動を通じて、これまで以上に研究協力体制が進展した。平成29年11月28日～30日には東京大学大学院数理科学研究科において A3 Workshop on Applied Inverse Problems and

Related Topics を組織し、中国から主要な研究者が参加、研究成果を発表し、さらに今後の共同研究の進め方について具体的な方策を議論した。また平成 30 年 2 月 13 日－16 日は本研究の中心的な課題である医用逆問題についての会議 A3 Workshop on Applied Inverse Problems and Related Topics を組織して、日中韓の参加者による成果報告と活発な議論があった。また、中韓からの研究者の招へいも多くなされ、共同研究を遂行した。

## 6-2 学術面の成果

- (1) 非整数階偏微分式に関する逆問題の数学解析の共同研究
- (2) 医用診断技術としての光トモグラフィーの数学解析に関する共同研究
- (3) 前年度からの継続である産業界からの課題解決のためのスタディグループへの参加、逆問題手法による現実の課題の解決策の提案

これらは、異分野からの課題提起に深く関連しており、問題などが極めて多岐にわたり、多様な解法が要求されている。そこで、これまでのように単一の研究機関に属する数学者による解決策の提案では、現場からの研究者の要請に応えることが困難であったが、本研究活動によって形成されてきた日中韓にまたがる多様な才能を有する共同研究体制により、現場からの要請にも柔軟に応えうる解決を提示することが可能になっている。

## 6-3 若手研究者育成

日本がイニシアティブを持って東アジア地域で若手の数学者を継続的に育成していくことに努めた。逆問題手法は医学診断のような応用逆問題や環境問題のような我々の生活や産業界の課題解決のために不可欠となってきた。現実からの数学への要請はますます多様化、増大してきている。そのような要請に応えるために、若手研究者の人材育成を日中韓で継続的に行うことを目指した。主に中国の若手研究者を日本に 2 週間から 1 か月程度招へいして、理論的な共同研究だけではなく、スタディグループなどの活動にも従事して、逆問題や非整数階偏微分方程式などと関連した異分野、社会連携の数学の活動の経験を積んでもらい、各自の学術的な研究課題の発掘にもつなげてもらうように指導を行った。

## 6-4 その他（社会貢献や独自の目的等）

本研究の活動が社会連携の一環として社会に貢献でき、広い範囲からの数学への現実の難題の解決への期待に応えるために、上記の環境数理スタディグループを活用した。我々が目指す応用逆問題に関する学術的な成果はアカデミアにおける狭い興味の対象に留まるものではなく、社会の課題を解決しうるものであるため、高いレベルでの理論面での研究だけではなく、それを実践する機会を設けた。このような数学による社会貢献の活動を通じて、若手の数学者育成につなげ、彼らの数学力を産業界、異分野にこれまで以上に認識してもらう機会となり、社会貢献と同時に、アカデミア側で数学と関連分野で

研鑽を積んだ若手人材の多様なキャリアパスの開拓につなげる努力を継続した。

#### 6-5 今後の課題・問題点

中国側に参加者は応用逆問題についての研究課題に拡がりがあり、日本側と円滑かつ柔軟に共同研究が進行していると判断される。一方で、韓国側では研究者人口がもともと中国に比べて少なく、応用逆問題の研究の範囲が集中している傾向が強い。そのため共同研究や人材交流が、やや限定的であった。

国ごとで、長年にわたって形成されてきた研究体制や動向は、容易に変えられるものではないが、これまでの本研究により培われてきた親密かつ率直に意見を交わすことができる研究プラットフォームを、研究集会などの機会に活用して、共同研究や人材交流の計画を必要に応じて練り直し拡大することを想定している。

#### 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 17本  
うち、相手国参加研究者との共著 2本
- (2) 平成29年度の国際会議における発表 14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 40件  
うち、相手国参加研究者との共同発表 0件

## 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) 応用逆問題のモデル化とその数値計算 (英文) Modeling and Computation of Applied Inverse Problems				
日本側代表者 氏名・所属・職	(和文) 山本昌宏・東京大学大学院数理科学研究科・教授 (英文) Masahiro YAMAMOTO, The University of Tokyo, Graduate School of Mathematical Sciences, Professor				
相手国側代表者 氏名・所属・職	(英文) BAO Gang・Zhejiang University・Professor				
29 年度の研究交流活動	1. 5月の杭州の浙江大学における応用逆問題の国際会議において成果発表と共同研究遂行 2. 東京大学大学院数理科学研究科において平成29年12月、平成30年3月に開催予定の産業界、環境工学における課題解決のためにスタディグループでの共同研究のために中韓の参加者の招へい 3. 逆問題の数学解析ならびに非整数階偏微分方程式の理論と応用に関する若手セミナーの開催(平成29年12月ならびに平成30年2月を予定) 4. 中国、韓国から参加研究者を1～2か月招聘して、本プロジェクト課題に関して日本側参加研究者と共同研究を実施 5. 光トモグラフィーなどの医学診断に関する逆問題についてのワークショップを開催(平成30年1月頃を予定)				
29 年度の研究交流活動から得られた成果	1. 産業数理および環境数理に関するスタディグループを A3 プロジェクトの枠組みで円滑に実施し、問題意識をただちに共有し、日中韓の若手参加者の参加により、産業界を含めた異分野との連携をより継続的に行う体制の確立につなげた。 2. 日中韓の若手を中心としてセミナーを組織してもらい、国際的な研究の自主的な運営の実践ならびに、応用解析分野での将来のリーダーとしての素地を身につけてもらう経験をしてもらった。 3. これまでに確立された共同研究体制を最大限に活用して、学術的には以下の課題を軸に共同研究を進展させた。 (1) 光トモグラフィー、電磁波や弾性波を利用した医学診断技術に関連した逆問題の理論と数値解法の開発。さらには現場の研究者との議論 (2) セシウム、PM2.5 などの汚染物質の拡散のより精度のよい将来				

	<p>予測のためのモデル式の理論面での解析と可能な数値手法の提案。</p> <p>(3) 非整数階偏微分方程式論の構築。</p>
--	--

## 7-2 セミナー

整理番号	S-1
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「応用逆問題に関する国際会議」
	(英文) JSPS A3 Foresight Program “International conference on Applied Inverse Problems”
開催期間	平成 29 年 5 月 29 日～平成 29 年 6 月 1 日 (4 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 Univ.
日本側開催責任者 氏名・所属・職	(和文) 山本昌宏・東京大学大学院数理科学研究科・教授
	(英文) Masahiro YAMAMOTO, The University of Tokyo, Graduate School of Mathematical Sciences, Professor,
相手国側開催責任者 氏名・所属・職 (※日本以外で開催の場合)	(英文) BAO, Gang, Zhejiang University, Department of Mathematics, 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.	5 / 20	
	B.	0	
中国 〈人／人日〉	A.	8 / 40	
	B.	50	
韓国 〈人／人日〉	A.	6 / 30	
	B.	18	
合計 〈人／人日〉	A.	19 / 90	
	B.	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)

セミナー開催の目的	<p>産業界や工学諸分野などのさまざまな応用分野で逆問題の理論的な研究と数値手法の開発が一層求められている。解決が求められている現実の問題も、例えば大気汚染など日中韓などが協働して取り組む必要のあるものが多い。そのような背景の下で、世界的な視野で本研究計画の主たる参加者が関連課題の国際会議を組織し、本事業の枠組みで世界最先端の研究成果を吸収し、新たな研究を始動させることを目指す。</p>	
セミナーの成果	<p>(1) 粘弾性体などの逆問題についての数学解析の成果を発表  (2) 非整数階偏微分方程式の一意接続性などの定性理論についての成果の発表と討議</p> <p>医学診断における逆問題に関する共同研究の開始につながった討論を行った。その結果、粘弾性体などの方程式を利用した人体組織の異常診断についての数学解析の成果、特に観測データが異常な状態を適切なモデルの下で一通りに決定できるかという一意性が証明されつつある。さらに、誤差が混入したデータからの組織の異常状態を定量的に構成するための数値手法の開発に進んでいる。</p>	
セミナーの運営組織	<p>現地の主たる組織委員は浙江大学の BAO, Gang 教授で、Bao 教授とともに日韓の研究代表者がプログラム委員として全体のセミナーの組織に関与する。</p>	
開催経費分担内容と金額	日本側	<p>内容 外国旅費（航空券）  国内旅費  外国旅費に関わる消費税</p> <p style="text-align: right;">金額 109,336 円</p>
	中国側	<p>内容 日韓の参加者の滞在費</p>
	韓国側	<p>内容 外国旅費</p>

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「応用逆問題に関するワークショップ」
	(英文) A3 Foresight Workshop “Applied Inverse Problems: Theory and applications “
開催期間	平成 29 年 11 月 28 日～平成 29 年 11 月 30 日 (3 日間)
開催地 (国名、都市名、会場名)	(和文) 日本、東京、東京大学
	(英文) Japan, Tokyo, The Univ. of Tokyo
日本側開催責任者 氏名・所属・職	(和文) 山本昌宏・東京大学大学院数理科学研究科・教授
	(英文) Masahiro YAMAMOTO, The University of Tokyo, Graduate School of Mathematical Sciences, Professor,
相手国側開催責任者 氏名・所属・職 (※日本以外で開催の場合)	(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.	4 / 12	
	B.	0	
中国 〈人／人日〉	A.	9 / 40	
	B.	0	
韓国 〈人／人日〉	A.	1 / 4	
	B.	0	
合計 〈人／人日〉	A.	14 / 56	
	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)

セミナー開催の目的	<p>産業界や工学諸分野などのさまざまな応用分野で逆問題の理論的な研究と数値手法の開発が一層求められている。そのような応用逆問題において本研究計画に関連した成果を発表し、今後の発展を図ることを第一目的とする。また応用解析の次世代のリーダー育成のために、日中韓の若手の参加者が自主性を持って運営し、活発な討議の場とする。</p>		
セミナーの成果	<p>1. 逆散乱問題に関する数学解析について： 逆散乱問題の一意性、安定性が、今まで証明されていなかったが、応用上、重要な場合(別種の境界条件など)に確立され、それらの場合に実用に耐える数値手法が議論された。</p> <p>2. 光トモグラフィーに関する逆問題の視点からの討議： 医用光トモグラフィーの数学的基礎付けはこれまで主として、拡散方程式による近似であり、完全なものとは言い難い。物理的にも、より合理的な可能性のある輸送方程式による定式化と数学解析は不十分であったが、それらについて進展があった。</p> <p>3. 福島原発事故後のセシウム汚染のモデルについて： 非整数階拡散方程式によるモデルを実データにより適合するためのモデルの改良が進んだ。 上記など計10件の研究発表と討議がなされた。</p>		
セミナーの運営組織	<p>主たる組織委員は拠点機関である東京大学の山本昌宏であり、拠点機関のポスドクなどが運営委員となる。</p>		
開催経費分担内容と金額	日本側	内容 国内旅費	122,610 円
	中国側	内容 参加者の滞在費	568,050 円
	韓国側	内容 参加者の滞在費	97,400 円

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「逆問題と医学イメージングに関するワークショップ」
	(英文) A3 Foresight Workshop “Inverse Problems and Medical Imaging”
開催期間	平成 30 年 2 月 13 日 ～ 平成 30 年 2 月 16 日 (3 日間)
開催地 (国名、都市名、会場名)	(和文) 日本、東京、東京大学
	(英文) Japan, Tokyo, The Univ. of Tokyo
日本側開催責任者 氏名・所属・職	(和文) 山本昌宏・東京大学大学院数理科学研究科・教授
	(英文) Masahiro YAMAMOTO, The University of Tokyo, Graduate School of Mathematical Sciences, Professor,
相手国側開催責任者 氏名・所属・職 (※日本以外で開催の場合)	(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.	0 / 0	
	B.	10	
中国 〈人／人日〉	A.	6 / 36	
	B.	0	
韓国 〈人／人日〉	A.	5 / 20	
	B.	0	
合計 〈人／人日〉	A.	11 / 56	
	B.	10	

- 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)

セミナー開催の目的	<p>環境工学などのさまざまな分野において、特異拡散現象など従来の数学モデル式では適切に記述できない現象の数学解析が必要となってきた。新たなモデル式として非整数階偏微分方程式が現場で使用されて始めている。さらに、光拡散現象も医学イメージングにおける新技術として注目を集めている。関連する非整数階偏微分方程式の理論とともに医学イメージングに関する数理科学的な研究成果の発表と討議を目的とする。セミナーS-2と同様の趣旨で実施する。特に応用解析の次世代のリーダー育成のために、日中韓の若手の参加者が自主性を持って運営し、活発な討議の場とする。</p>	
セミナーの成果	<p>光トモグラフィー医学イメージングに関連した数学解析、数値手法ならびに特異拡散現象のモデルなどの解析に関して、本研究の日中韓の参加者による講演が21件あった。学術的な内容は、放射輸送方程式の初期値境界値問題の弱解の一意存在やデータについての sensitivity 解析ならびに正則化手法、および特異拡散現象のモデルである非整数階偏微分方程式のパラメータ、係数決定逆問題の条件付き安定性や一意性、解の平滑化、時間が十分経過した際の漸近挙動などである。これらは物理現象を数学モデル式で定量的に解析するために第一に議論され確立されるべき性質であるが、それらについてここで述べたような成果を世界的な研究動向のなかで挙げ、数学を本研究の範囲の応用現場に活用するための理論的準備がおおむね整備された。さらにそのような研究を我が国に限定せず国際的に進めていく素地を築くことができたと判断している。</p>	
セミナーの運営組織	<p>主たる組織委員は拠点機関である東京大学の山本昌宏であり、拠点機関のポスドクなどが運営委員となる。</p>	
開催経費分担内容と金額	日本側	内容 国内旅費 0 円
	中国側	内容 参加者の滞在費 149,100 円

	韓国側	内容 参加者の滞在費	260,440 円
--	-----	------------	-----------

### 7-3 研究者交流（共同研究、セミナー以外の交流）

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	内容	
4 日間	山本昌宏・東京大学数理科学・教授	Jin Cheng・Fudan Univ., Dept. Mach. Sci.・Professor	国際会議「Applied Inverse Problems」において成果発表	中国
3 日間	山本昌宏・東京大学数理科学・教授	福本康秀・九州大学マシナリー・インダストリー研究所・教授	研究集会「スタディグループ・ワークショップ 2017」に参加	日本
5 日間	高瀬裕志・東京大学数理科学・院生	福本康秀・九州大学マシナリー・インダストリー研究所・教授	研究集会「スタディグループ・ワークショップ 2018」に参加	日本
3 日間	中村伊南沙・東京大学数理科学・特任研究員	時弘哲治・東京大学数理科学・教授	研究集会「生命がけミスの理解とその応用」に参加	日本
3 日間	中村伊南沙・東京大学数理科学・特任研究員	中村伊南沙・東京大学数理科学・特任研究員	研究集会「玉原トポロジー・幾何セミナー」に参加	日本
3 日間	茅原涼平・東京大学数理科学・院生	中村伊南沙・東京大学数理科学・特任研究員	研究集会「玉原トポロジー・幾何セミナー」に参加	日本
3 日間	黄欣馳・東京大学数理科学・院生	森岡悠・同志社大学理工学部・助教	研究集会「波動・振動・流れの制御と逆問題・理論と数値計算」で講演	日本

3 日間	古屋貴士・名古屋大学多元数理・院生	森岡悠・同志社大学工学部・助教	研究集会「波動・振動・流れの制御と逆問題・理論と数値計算」で講演	日本
7 日間	儀我美一・東京大学数理科学・教授	Quanshui Wu・Fudan Univ., Dept. Math.Sci.・Professor	国際会議「2017 Fall Program on Analysis of PDE」で講演	中国
7 日間	儀我美保子・東京大学数理科学・特任研究員	Quanshui Wu・Fudan Univ., Dept. Math.Sci.・Professor	国際会議「2018 Fall Program on Analysis of PDE」に参加	中国
3 日間	中村伊南沙・東京大学数理科学・特任研究員	坪井俊・東京大学数理科学・教授	研究集会「葉層構造と微分同相群 2017」に参加	日本
3 日間	高瀬裕志・東京大学数理科学・院生	山本昌宏・東京大学数理科学・教授	研究集会「分散冪拡散方程式の漸近解析とその周辺」に参加	日本
3 日間	黄欣馳・東京大学数理科学・院生	山本昌宏・東京大学数理科学・教授	研究集会「分散冪拡散方程式の漸近解析とその周辺」に参加	日本
4 日間	山本昌宏・東京大学数理科学・教授	Gang Bao・Zhejiang Univ. Dept. Math.・Professor	「中国応用数学会第 15 回総会 (CSIAM2017)」に参加	中国
4 日間	劉逸侃・東京大学数理科学・外特任研究員	Gang Bao・Zhejiang Univ. Dept. Math.・Professor	「中国応用数学会第 15 回総会 (CSIAM2018)」に参加	中国
4 日間	黄馳也・東京大学数理・院生	Gang Bao・Zhejiang Univ. Dept. Math.・Professor	「中国応用数学会第 15 回総会 (CSIAM2019)」に参加	中国

3 日間	伊藤弘道・東京理科大学理学部・講師	Gang Bao・Zhejiang Univ. Dept. Math.・Professor	「中国応用数学会第15回総会 (CSIAM2020)」に参加	中国
4 日間	林宏翔・東京大学工学系・院生	Gang Bao・Zhejiang Univ. Dept. Math.・Professor	「中国応用数学会第15回総会 (CSIAM2021)」に参加	中国
4 日間	高瀬裕志・東京大学数理・院生	Gang Bao・Zhejiang Univ. Dept. Math.・Professor	「中国応用数学会第15回総会 (CSIAM2022)」に参加	中国
3 日間	奈良高明・東京大学情報理工学・教授	Gang Bao・Zhejiang Univ. Dept. Math.・Professor	「中国応用数学会第15回総会 (CSIAM2023)」に参加	中国
3 日間	山本昌宏・東京大学数理科学・教授	Dinghua Xu・Zhejiang Sci-Tech Univ. Dept. Math.・Professor	「Innovation Talent through Academic-Industry Partnerships」に参加	中国
4 日間	劉逸侃・東京大学数理科学・外特研究員	木村正人・金沢大学理工系研究域・教授	研究集会「Taiwan-Japan Joint Workshop on Inverse Problems」に参加	日本
3 日間	高瀬裕志・東京大学数理科学・院生	木村正人・金沢大学理工系研究域・教授	研究集会「Taiwan-Japan Joint Workshop on Inverse Problems」に参加	日本
4 日間	Ji Oon Lee・KAIST・准教授	河野俊丈・東京大学数理科学・教授	研究集会「Tokyo-Seoul Conference in Mathematics」に参加	日本

5 日間	Tiangang Lei · Natural Science Foundation of China · Professor	山本昌宏 · 東京大学数理科学 · 教授	研究集会「A3 Workshop Applied Inverse Problems」に参加	日本
3 日間	Jialin Hong · Chinese Academy of Sciences · Professor	山本昌宏 · 東京大学数理科学 · 教授	研究集会「A3 Workshop Applied Inverse Problems」に参加	日本
8 日間	Gang Bao · Zhejiang Univ. Dept. Math. · Professor	山本昌宏 · 東京大学数理科学 · 教授	研究集会「A3 Workshop Applied Inverse Problems」に参加	日本
7 日間	Jin Cheng · Fudan Univ., Dept. Math. Sci. · Professor	山本昌宏 · 東京大学数理科学 · 教授	研究集会「A3 Workshop Applied Inverse Problems」に参加	日本
7 日間	Jijun Liu · Southeast Univ., Dept. Math. · Professor	山本昌宏 · 東京大学数理科学 · 教授	研究集会「A3 Workshop Applied Inverse Problems」に参加	日本
7 日間	Xiang Xu · Zhejiang Univ. Dept. Math. · Professor	山本昌宏 · 東京大学数理科学 · 教授	研究集会「A3 Workshop Applied Inverse Problems」に参加	日本
4 日間	Shuai Lu · Fudan Univ., Dept. Math. Sci. · Associate Prof.	山本昌宏 · 東京大学数理科学 · 教授	研究集会「A3 Workshop Applied Inverse Problems」に参加	日本
7 日間	Won-Kwang Park · Kookmin University · Professor	山本昌宏 · 東京大学数理科学 · 教授	研究集会「A3 Workshop Applied Inverse Problems」に参加	日本
2 日間	羽田野 祐子 · 筑波大学システム情報工 · 教授	山本昌宏 · 東京大学数理科学 · 教授	研究集会「A3 Workshop Applied Inverse Problems」に参加	日本

3 日間	前川 秀・京都大学情報学研究科・院生	山本昌宏・東京大学数理科学・教授	研究集会「A3 Workshop Applied Inverse Problems」に参加	日本
4 日間	Junyong Eom・東北大学大学院理学研究科・院生	山本昌宏・東京大学数理科学・教授	研究集会「A3 Workshop Applied Inverse Problems」に参加	日本
3 日間	林宏翔・東京大学工学系・院生	山本昌宏・東京大学数理科学・教授	研究集会「A3 Workshop Applied Inverse Problems」に参加	日本
6 日間	Pirapong Inthapong・金沢大学大学院自然科学研究科・院生	山本昌宏・東京大学数理科学・教授	研究集会「産業界の課題解決のためのスタディグループ 2017」に参加	日本
6 日間	Arnont Saengsiritongchai・金沢大学大学院自然科学研究科・院生	山本昌宏・東京大学数理科学・教授	研究集会「産業界の課題解決のためのスタディグループ 2017」に参加	日本
6 日間	Nuttawat Promvisat・金沢大学大学院自然科学研究科・院生	山本昌宏・東京大学数理科学・教授	研究集会「産業界の課題解決のためのスタディグループ 2017」に参加	日本
5 日間	楊 振興・金沢大学大学院自然科学研究科・院生	山本昌宏・東京大学数理科学・教授	研究集会「産業界の課題解決のためのスタディグループ 2017」に参加	日本
7 日間	Erbol Zhanpeisov・東北大学大学院理学研究科・院生	山本昌宏・東京大学数理科学・教授	研究集会「産業界の課題解決のためのスタディグループ 2017」に参加	日本

7 日間	前川 秀・京都大学情報学研究科・院生	山本昌宏・東京大学数理科学・教授	研究集会「産業界の課題解決のためのスタディグループ 2017」に参加	日本
7 日間	Junyong Eom・東北大学大学院理学研究科・院生	山本昌宏・東京大学数理科学・教授	研究集会「産業界の課題解決のためのスタディグループ 2017」に参加	日本
4 日間	林宏翔・東京大学工学系・院生	山本昌宏・東京大学数理科学・教授	研究集会「産業界の課題解決のためのスタディグループ 2017」に参加	日本
3 日間	田再泓・東京大学工学系・院生	山本昌宏・東京大学数理科学・教授	研究集会「産業界の課題解決のためのスタディグループ 2017」に参加	日本
4 日間	高瀬裕志・東京大学数理科学・院生	Seo Jin-Keun・Yonsei Univ., Comp. Sci. Eng. Math.・Professor	研究集会「2018 Winter School」に参加	韓国
4 日間	黄欣馳・東京大学数理科学・院生	Seo Jin-Keun・Yonsei Univ., Comp. Sci. Eng. Math.・Professor	研究集会「2019 Winter School」に参加	韓国
4 日間	林宏翔・東京大学工学系・院生	Seo Jin-Keun・Yonsei Univ., Comp. Sci. Eng. Math.・Professor	研究集会「2018 Winter School」に参加	韓国
6 日間	野坂 武史・東京工業大学理学院数学系・准教授	Ki Hyoung Ko・KAIST・Professor	研究集会「The 13th East School of Knots and Related Topics」に参加	韓国

6 日間	福田 瑞季・東北大学大学院理学研究科・博士院生	Ki Hyoung Ko・KAIST・Professor	研究集会「The 13th East School of Knots and Related Topics」に参加	韓国
6 日間	直江 央寛・東北大学大学院理学研究科・博士院生	Ki Hyoung Ko・KAIST・Professor	研究集会「The 13th East School of Knots and Related Topics」に参加	韓国
4 日間	Won-Kwang Park・Kookmin University・Professor	山本昌宏・東京大学数理科学・教授	研究集会「Inversip problems and medical imagina2018」に参加	日本
5 日間	Chang-Ock Lee・KAIST・Professor	山本昌宏・東京大学数理科学・教授	研究集会「Inversip problems and medical imagina2018」に参加	日本
4 日間	June-Yub Lee・Ewha Univ.・Professor	山本昌宏・東京大学数理科学・教授	研究集会「Inversip problems and medical imagina2018」に参加	日本
3 日間	Jae Sung Lee・Seoul National Univ.・Professor	山本昌宏・東京大学数理科学・教授	研究集会「Inversip problems and medical imagina2018」に参加	日本
5 日間	Kang-Cheol Kim・Yonsei Univ., College Medicine・PhD Student	山本昌宏・東京大学数理科学・教授	研究集会「Inversip problems and medical imagina2018」に参加	日本

#### 7-4 中間評価の指摘事項等を踏まえた対応

- (1) 評価コメント (抜粋): 「研究拠点の構築については、中国・韓参加者専門領域が数値解析やイメージングに若干偏っているため、東アジア全体における研究拠点をどのように構築していくのかという点で不明確さが残る」

対応: 専門領域の偏りの指摘に関しては、日中韓で同じような研究手法により類似の課題を研究せずに、理論と数値解析をうまく役割分担をしていくことで、応用逆問題の

研究に多様性と深みを持たせるように努めた。応用逆問題には多様性があるので、数値解析寄りの中韓の研究と理論寄りの日本における研究をうまく統括していくことにより、多様性のある研究成果と実用に応えることができる手法を産み出すことができると考えている。さらに付言すると、応用逆問題の研究の近年の世界的な研究動向は、理論面から一般的に考察するよりも、個々の問題に特化した数値手法をバラバラに考えることに明け暮れて研究集会でも議論が収束しない傾向がある。そのような風潮において、我が国で蓄積されてきた偏微分方程式論などの数学解析の研究の精華を本研究事業のなかで活用し、逆問題の理論面での研究を進めていくことに努めた。さらに非整数階偏微分方程式論を研究実施計画において強調することにより、本研究計画の適用領域の拡大に努めた。後半の指摘点である研究拠点の構築については、現行のリーディング大学院プログラムとその後継に相当する将来計画と整合性を保持するように研究集会などの活動を共催し、連動させた。

- (2) 評価コメント (抜粋) : 「しかしながら、当初の目標が実用面をかなり意識しているのに対して、中間評価時点で発表されている成果は、若干理論寄りのものに集中していると思われるので、今後は実用的な応用も含めた発展を期待したい」

対応 : 産業界からの課題解決や環境数理に関するスタディグループの活動に積極的に参加し、異分野連携を進めた。成果は、産業界などとの関連で、学術論文として出版しにくいこともあるが、たとえばテクニカルペーパーのような適切な形式での公表を目指した。

- (3) 評価コメント (抜粋) : 「しかしながら、本課題目標達成のために、具体的なプログラムが作られて研究が進められているようには見えない。また、発表論文は概ね日本側コーディネーターによるものであるため、若手研究者による研究成果がどの程度であったか客観的には判断できない」

対応 : A3 の趣旨から拠点機関の研究代表者のイニシャティブが明確になるように研究成果を組織するために、サーベイ的な論文や総説を作成することを目指した。また、非整数階偏微分方程式論に関して、日本側の若手研究者によるサーベイ論文の執筆がある (平成 30 年度中に出版予定)。

- (4) 評価コメント (抜粋) : 「セミナーについては、各年度の開催数が若干少ないと思われる」

対応 : 小規模なものも含めて開催数を増やした。

- (5) 評価コメント (抜粋) : 「本研究計画における特徴が見えにくい文章となっており、特に応用に関する話題や組織・役割などについて、具体的なイメージが必要であると思われる」

対応 : これまでの実績を反映させて、日本側の研究組織を逆問題の理論、非整数階偏微分方程式の理論、それらの応用という 3 つの班に分けて研究計画を運用した。また特徴は、以下の通りである :

- ① 応用逆問題による学術的な成果だけでなく、それを社会における諸課題の解決に

活用すること

② そのような活動を通じた若手の数学研究者の育成と社会連携活動による若手人材のキャリアパスの多様化

(6) 評価コメント(抜粋):「日本側拠点機関で実績のある産業界と連携したスタディグループ・ワークショップは、中国・韓国でも高く評価され、今後日本発の産学連携のモデルとなる可能性がある」

対応:これまでの実績に基づく産業界の信頼度、認知度を活用して活動を拡大した。スタディグループだけでなく、日本側拠点機関では、随時、様々な機会に産業界と課題解決の場やカリキュラムが準備されているので、それらに A3 プロジェクトの活動を適切に組み込んで活動を展開した。

## 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		3/9 ( )	0/0 ( )	( )	3/9 (0/0)
	2		2/14 ( )	0/0 ( )	( )	2/14 (0/0)
	3		11/46 ( )	0/0 ( )	( )	11/46 (0/0)
	4		0/0 ( )	6/30 ( )	( )	6/30 (0/0)
	計		16/69 (0/0)	6/30 (0/0)	0/0 (0/0)	22/99 (0/0)
中国	1	0/0 ( )		( )	( )	0/0 (0/0)
	2	3/88 ( )		( )	( )	3/88 (0/0)
	3	8/48 ( )		( )	( )	8/48 (0/0)
	4	6/153 ( )		( )	( )	6/153 (0/0)
	計	17/289 (0/0)		0/0 (0/0)	0/0 (0/0)	17/289 (0/0)
韓国	1	0/0 ( )	( )		( )	0/0 (0/0)
	2	0/0 ( )	( )		( )	0/0 (0/0)
	3	1/4 ( )	( )		( )	1/4 (0/0)
	4	5/21 ( )	( )		( )	5/21 (0/0)
	計	6/25 (0/0)	0/0 (0/0)		0/0 (0/0)	6/25 (0/0)
	1	( )	( )	( )		0/0 (0/0)
	2	( )	( )	( )		0/0 (0/0)
	3	( )	( )	( )		0/0 (0/0)
	4	( )	( )	( )		0/0 (0/0)
	計	0/0 (0/0)	0/0 (0/0)	0/0 (0/0)		0/0 (0/0)
合計	1	0/0 (0/0)	3/9 (0/0)	0/0 (0/0)	0/0 (0/0)	3/9 (0/0)
	2	3/88 (0/0)	2/14 (0/0)	0/0 (0/0)	0/0 (0/0)	5/102 (0/0)
	3	9/52 (0/0)	11/46 (0/0)	0/0 (0/0)	0/0 (0/0)	20/98 (0/0)
	4	11/174 (0/0)	0/0 (0/0)	6/30 (0/0)	0/0 (0/0)	17/204 (0/0)
	計	23/314 (0/0)	16/69 (0/0)	6/30 (0/0)	0/0 (0/0)	45/413 (0/0)

### 8-2 国内での交流実績

1	2	3	4	合計
0/0 ( )	9/27 ( )	18/83 ( )	0/0 ( )	27/110 (0/0)

## 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	5,743,866	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	2,342,380	
	謝金	0	
	備品・消耗品購入費	39,815	
	その他の経費	149,192	
	不課税取引・非課税取引に係る消費税	173,747	
	計	8,449,000	研究交流経費配分額以内であること。
業務委託手数料		844,900	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		9,293,900	