

## 平成31（2019）年度 日中韓フォーサイト事業最終年度実施報告書



【1. 日本側拠点機関名】東京大学 大学院数理科学研究科

【2. 日本側協力機関名】

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

【3. 研究課題名】

応用逆問題のモデル化とその数値計算

【4. 研究分野】

直接知ることができない原因などを利用可能な観測データから決定するという逆問題は、医学診断や非破壊検査、物理探査など応用分野に広く現れる。本課題では、医学診断と環境問題などにおける応用逆問題の理論と数値手法の開発を目指した。

【5. 実施期間】平成26年8月～令和元年7月 5年間

【6. 中国および韓国との中核的な国際研究交流拠点形成】

日本側拠点機関は、多くの研究者が訪問・滞在しA3 関係国を含めグローバルな研究者が研究交流を行い、逆問題をはじめとする応用解析の理論や産学連携の共同研究の場となっている。

中国側実施組織拠点機関：（英文）Zhejiang University （和文）浙江大学



韓国側実施組織 拠点機関：（英文）Yonsei University （和文）ヨンセイ大学

【7. 次世代の中核を担う若手研究者の育成】

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研究者を継続的に育成した。逆問題の手法は、例えば医学診断や福島原発事故後の汚染の予測などの応用逆問題に関連して、我々の生活の安全や産業界の課題解決のために不可欠となってきている。その結果、産業界や異分野など現実世界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。我が国では、研究代表者を中心として学術的な面だけでなく、このような要請にも応えて共同研究を実施してきた。さらに中韓の研究者も異分野連携の活動に豊富な経験がある。学術研究の高いレベルを維持して現実課題の解決に数学を活用していく活動を将来的に継続・発展させていくために、このような両面の研究を行う能力がある若手研究者の人材を、我が国で培われてきた数学をコアにした異分野連携の研究のノウハウを活かして、日中韓で育成していくことが重要である。そのために中韓の若手研究者を日本に招へいして、理論的な共同研究だけではなく、産業界からの課題や環境問題に関するスタディグループなどの活動に従事してもらい、企業など現場の研究者と議論を重ねて現

## 平成 31 (2019) 年度 日中韓フォーサイト事業最終年度実施報告書

実の課題解決への努力を通じて社会連携の数学の活動の経験を積み、各自の学術的な研究課題の発掘につなげてもらうように指導を行った。我が国の院生や若手のポスドクについても、スタディグループをはじめとして本プロジェクトの枠組みで開催された中国などでの研究集会にこれまで以上に頻繁に参加することができるようになり、研究への強い動機付けやコミュニケーション力の改善などにも大いに役立った。

## 【8. 研究の背景・目的等】

イメージングや診断などに関する応用逆問題の数理と数値手法において、学術面と実用面からも意味のある成果を創出することを目指した。

**学術面**：数学的に適用範囲が広く深みのある理論を創出する。一方、数値手法については理論に裏付けられた合理的な方法であると同時に逆問題固有の不安定性に対して、実用上の観測誤差などに対応した精度で安定的に数値解を提供する方法であることが要求される。

**実用面**：逆問題はもともと、工学など種々の応用分野に起源をもつ。健全な数値手法の開発のためには理論的な基礎付けが重要であり、近年になって数学解析が多くなされ、そのような研究は一段落しつつある。その一方で、現実での応用を考慮していないような理論一辺倒の研究も散見される。例えば、逆問題においては未知量を決定するための観測データには誤差がつきものであり、観測精度を向上させることは現実には大きな困難がある。そのために逆問題の数値解法には、誤差が入ったデータに対してもそれなりの精度で解を与えることが求められており、そのためには広い視野の下で産業、異分野の研究者と協働していくことが必要不可欠である。本プロジェクトではそのような2つの面から共同研究を進めていくために、スタディグループ・ワークショップなどの機会を活用して産業界や異分野との連携で本プロジェクトを遂行してきた。

## 【9. 成果・今後の抱負等】

**先端分野で国際的な主導的立場を確立、社会的にインパクトのある研究成果**：セシウムなどの汚染物質の拡散に関連して非整数階偏微分方程式の理論を発展させ、中国などの研究者も交えて国際的な研究の中心となっている。研究成果の例であるが、住民の健康のため、福島県広野町などのセシウムの空間線量率のより精度の高い推定手法の開発に結びつけた。これは平成 30 年度地域復興実用化開発等促進事業「UAV レーザー計測を活用した自動飛行による UAV 放射線量自動測定システムの開発」と関連している。光学トモグラフィーによる医学イメージングの理論的な研究とそれに基づく数値手法の開発を進めた。

**日本側拠点機関の当該研究テーマでの国際的に突出した強み・特徴**：7でも記述したように、逆問題を中心として、産業界からの課題や環境問題の解決に実績をあげている。欧米にありがちな傾向である数学のなかの応用分野に限定することなく代数、幾何などのいわゆる純粋数学の研究者もそのような課題解決に参加している。最近の活動例としては以下を参照：  
<http://www.ms.u-tokyo.ac.jp/sgw/2018dec.html>

**今後の抱負**：上で記述した日本側拠点機関の当該研究テーマでの国際的に突出した強みを活かして数物フロンティア・リーディング大学院プログラムの後継プログラムなどを利用して、日中韓の共同研究を継続する計画である。拠点機関はわが国を代表する数学の教育・研究機関であり、国際的な共同研究も数多くあり、本プロジェクト終了後に、そのような活動とリンクして、本事業の課題を拡大させた領域で教育・研究拠点の活動を発展させていく。特に日本側の研究代表者は中国の研究機関、研究者との繋がりがもともと深く、人的資源が豊富な中国との連携を将来的に加速させることが本事業を通じて容易になった。