

二国間交流事業 共同研究報告書

令和4年4月7日

独立行政法人日本学術振興会理事長 殿

[代表者所属機関・部局]
神戸大学・大学院理学研究科
[職・氏名]
教授・佐治健太郎
[課題番号]
JPJSBP1 20190103

1. 事業名 相手国: ブラジル (振興会対応機関: CAPES) との共同研究

2. 研究課題名

(和文) 特異点論と産業界の数学: 若手研究者育成プロジェクト

(英文) Singularity Theory and Mathematics in Industry: a project for fostering young researchers

3. 共同研究全実施期間 2019年4月1日 ~ 2022年3月31日 (3年0ヶ月)

4. 相手国代表者(所属機関・職・氏名【全て英文】)

Institute of Mathematics and Computer Sciences, University of Sao
Paulo ・ Professor ・ Farid Tari

5. 委託費総額(返還額を除く)

本事業により執行した委託費総額		2,621,940 円
内訳	1年度目執行経費	2,300,101 円
	2年度目執行経費	321,839 円
	3年度目執行経費	0 円

6. 共同研究全実施期間を通じた参加者数(代表者を含む)

日本側参加者等	20 名
相手国側参加者等	16 名

* 参加者リスト(様式 B1(1))に表示される合計数を転記してください(途中で不参加となった方も含め、全ての期間で参加した通算の参加者数となります)。

7. 派遣・受入実績

	派遣		受入
	相手国	第三国	
1年度目	4	0	4(2)
2年度目	0	0	1(0)
3年度目	0	0	0(0)
4年度目			()

* 派遣・受入実績(様式 B1(3))に表示される合計数を転記してください。

派遣: 本委託費を使用した日本側参加者等の相手国及び相手国以外への渡航実績(延べ人数)。

受入: 相手国側参加者等の来日実績(延べ人数)。カッコ内は本委託費で滞在費等を負担した内数。

8. 研究交流実績の概要・成果等

(1)研究交流実績概要(全期間を通じた研究交流の目的・研究交流計画の実施状況等)

本研究課題の第一の目的は可微分写像の特異点論において理論の深化と既存の応用の発展、さらには産業界の数学を含めた広範な応用を創生することであり、このような内容の共同研究を通じて日本・ブラジルの特異点論の研究交流を深めることである。学位取得後の就職状況が良好なブラジルでは大学院生を含む若い研究者にとっても活気があり、研究意欲がとても旺盛である。第二の目的はこのような活気あふれるブラジルの研究環境の中に若手研究者を置くことにより若手研究者に刺激を与えることである。

期間中の一年目には日本側研究者 4 名(奥田・佐治・寺本・本多)がブラジルに渡航して研究集会を行うとともに教室セミナーを何度か開催して相手側メンバーと討論を行った。佐治・寺本は Tari, Martins, S. Santos と焦面集合の幾何学や S^1 作用を許した曲面の微分幾何、カスプのサスペンションである特異点の微分幾何の研究討論を行い、焦面集合の幾何学、カスプのサスペンションである特異点の微分幾何は後に共同研究へとつながった。奥田は R. dos Santos とリーマン面の退化族の局所的変形モデルについて研究討論を行い、その後も共同研究が続いている。本多は Tari と枠付き曲線の微分幾何の研究討論を行いいくつかの研究話題を得た。同年には Santos が来日し佐治と D_4 関数の焦面集合の幾何学を研究した。

二年目と延長された三年目は新型コロナウイルスの感染拡大により渡航が不可能となり、黒板を介した直接の討論や集まっての研究集会は不可能であった。その中でも神戸大学に滞在中であった Santos と佐治は日常的に研究交流を行い、 D_4 関数の焦面集合の幾何学の研究の論文を完成させた。三年目に Santos は帰国したがオンライン会議によってカスプのサスペンションである特異点の微分幾何の論文がほぼ完成した。また、加葉田は Deolindo と期間中 20 回程度遠隔討論を行い、特異点論の曲面論への応用に関する研究を行なっている。

三年目の 3 月にビデオをアップロードして任意の時間に視聴してコメント機能によって交流を行うというオンデマンド研究集会「Singularity theory and its applications」を行い、若手メンバーを中心にビデオを出した。任意の時間に視聴できるため、時差の問題がなく、日本・ブラジル両サイドの研究者から好評であり、コメント機能を用いた意見交換も活発であった。

(2)学術的価値(本研究交流により得られた新たな知見や概念の展開等、学術的成果)

本研究交流により、特異点論の微分幾何学への応用を中心に、特異点論の応用が大きく発展した。佐治・Santos の研究交流により、モース関数族のパラメーター空間の等距離写像のみを用いた標準形を作り、いわばそのような関数族研究のための言語と呼べるものを導入した。そのうえで焦面集合の幾何学では余階数が 2 以上の関数に関してパラメーター表示に成功した。パラメーター表示ができると微分幾何的な研究が可能となるが、本研究によってガウス曲率が 0 である集合の振る舞いに関して新たな知見が得られた。また、佐治・Martins・寺本・Santos の研究交流により、平面カスプのサスペンションとなっている曲面の上での各種微分幾何的不変量の振る舞いが明らかになった。Deolindo・加葉田の研究交流では特異点論の曲面論への応用に関して、dos Santos・奥田はリーマン面の退化族の局所的変形モデルを大域的なトポロジーに接続する研究を行い、実写像芽の特異オープンブック構造に関連する諸概念について新しい知見が得られた。さらに、曲面上の微分幾何的情報(ridge 点など)の特異論的概念は物体の特徴点と思えるが、画像処理等でも役に立つことが知られている。長谷川・加葉田・佐治は曲面に対して、射影像から微分幾何的性質を抽出する研究を行ったがそれが近年医療画像、生命科学、アニメーション等の研究者に興味を持たれており、これから産業界の数学として発展していく可能性が高い。

(3)相手国との交流(両国の研究者が協力して学術交流することによって得られた成果)

この二国間事業の一年目には日本側若手研究者がブラジルへ渡航し、研究集会と教室セミナーを行った。中でも教室セミナーは黒板を使って行われ、質問も飛び交う話しやすい雰囲気の中で行われた。このような交流が

らいくつかの議論が生まれ、共同研究に発展したものもある。背景や興味が異なるブラジル人研究者と交流を重ねることにより、日本側若手研究者は数学の討論を上手に行えるようになった。さらにそのような研究者との発想の交換によって共同研究に発展する経験を得た。また活気があり積極的なブラジルの若手研究者との討論は日本の若手研究者により刺激を与えた。

(4)社会的貢献(社会の基盤となる文化の継承と発展、社会生活の質の改善、現代的諸問題の克服と解決に資する等の社会的貢献はどのようにあったか)

日本側若手研究者は(I)ブラジルで黒板を用いて研究発表することにより早期に海外での研究交流の重要性を認識した。(II)ブラジルでは博士課程修了後の就職状況が良好であり、大学院生に活気があり非常に積極的な雰囲気を感じた。(III)残念ながら日本側メンバーは全員男性であったがブラジル側は女性もあり、研究集会での女性比率も日本に比べて多いことを実感した。で挙げられる日本での研究活動では得難い経験をした。これらのメンバーが将来若手研究者を指導する立場になったときにこの経験は活かされると思われる。

(5)若手研究者養成への貢献(若手研究者養成への取り組み、成果)

(3)、(4)で述べたように若手研究者はブラジルでの黒板を用いた研究発表と研究交流を行い貴重な経験をした。また研究環境における日本より好ましい状況も経験し、多くの経験を得た。

(6)将来発展可能性(本研究交流事業を実施したことにより、今後どのような発展の可能性が認められるか)

いくつかの共同研究が行われ、また本研究交流からの芽が見られ始めている。若手研究者にとって年上の人と研究交流するよりは近くの年代の研究者と交流し、共同研究するほうがやりやすいが、そのような相手を見つけるのが難しいという面がある。本事業によって研究集会の会場だけでなく、集会前後の時間での自由な議論の場を重視したことにより、いくつかの共同研究が行われ始めており今後の若手に好影響を与え、若手研究者の急速成長という大きな成果が見込める。さらに、勢いがあるブラジルとの交流で急成長した若手研究者の存在は、特異点論という分野を超えて、ブラジルとの研究交流が活発になっていく可能性も期待できる。また、これらの急成長した研究者により、産業界との交流が生まれ、将来的に全く新しい分野の創設も期待できる。

(7)その他(上記(2)～(6)以外に得られた成果があれば記述してください)

例:大学間協定の締結、他事業への展開、受賞、産業財産権の出願・取得など
該当なし