

二国間交流事業 共同研究報告書

令和4年4月28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]
物質・材料研究機構・機能性材料研究拠点
[職・氏名]
グループリーダー・小泉 聡
[課題番号]
JPJSBP1 120192917

1. 事業名 相手国: フランス (振興会対応機関: CNRS)との共同研究

2. 研究課題名

(和文) ダイヤモンド放射線センサー研究

(英文) Diamond radiation detector

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】)

Laboratory of Subatomic Physics & Cosmology (LPSC), CNRS・
Researcher・Marie-Laure Gallin-Martel

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		4,712,500 円
内訳	1年度目執行経費	2,337,500 円
	2年度目執行経費	2,375,000 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	7 名
相手国側参加者等	13 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	5	0	2 (0)
2年度目	0	0	0(0)
3年度目	0	0	0(0)
4年度目			0

* 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)

耐放射線材料、放射線計測に関して優れた研究を行う日本、フランスの研究グループが研究交流を行う事で、互いを知り、新たな共同研究に繋げていくことが本共同研究の目的である。研究対象は良質な半導体結晶成長、デバイス形成が可能となってきたダイヤモンドを用いて、原子炉の安全性確保、放射線医療、高エネルギー粒子研究における信頼性の高い放射線計測を可能とするセンサーを開発する。日本の優れたダイヤモンド半導体制御技術、日仏双方からそれぞれが得意とするデバイスプロセス、センシング回路技術を集めて互いに技術協力を行うことで、将来的に強力な国際共同研究体制を構築する。新型コロナウイルスのパンデミックによる渡航制限で、交流は 2019 年度に限られた。NIMS、AIST、KEK 各機関において、独自技術により作製した CVD ダイヤモンドを用いて放射線検出用の半導体素子を形成、基本特性の評価を行った。CVD ダイヤモンド合成時の基板として用いる消耗品(単結晶ダイヤモンド)の一部は本経費で購入した。2019 年 7 月、2020 年 1 月に延べ 5 名が本経費を旅費使用して渡仏し、CNRS グルノーブル・LPSC および NEEL 研にてフランス側研究者と共にダイヤモンド素子の放射線応答試験、研究討議を行った。日仏双方の研究進捗の相互理解、成果発信、情報収集のために 2019 年 10 月にダイヤモンドを用いた放射線計測に関する国内研究会を開催し、その抄録集印刷の用紙代、参加費、旅費に本経費を使用した。2020 年度は渡航制限解除されず予定していた研究が行えなかったため、2019 年度中に得られた研究成果発信としてオンライン国際会議等に参加、研究発表を行い、その参加費に本経費の一部を使用した。2021 年度は渡航制限解除が見込めないと判断し、Web 会議による研究討議をしつつ研究を進めた。ダイヤモンド pin 接合を用いた β 線ボルタ電池デバイス高性能化のため、高品質半導体ダイヤモンド層の形成、不純物制御のために単結晶ダイヤモンド基板を購入、二次イオン質量分析による不純物元素測定(依頼分析)を行い、その費用に本経費を使用した。得られた研究成果を複数の国内、国際会議において研究発表した。

(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)

ダイヤモンドを用いた放射線検出器研究の重要なポイントが整理できた。ダイヤモンドに固有の優れた物性を十分に発揮する適応領域を探索することの重要性が再認識された。 β 線を用いた発電デバイスとして、本研究で作製した pn 接合が極めて高いポテンシャルを示すことが初めて実証され、学術的に非常に優れた研究成果が得られた。

(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)

フランスにおける放射線検出器の研究ターゲットが日本におけるものと近いことが認識できた。その上で、CNRS の LPSC に所属する研究者が非常に緻密な研究を行っていることが分かり、本共同研究を通して力強い味方ができたことはこの上ない成果である。また、 β 線ボルタ電池研究の進展が非常に早かった点もフランス人研究者の参加があったからと考えている。速度感という点で、研究と余暇のコントラストが強いフランスの研究姿勢はプラスに働くこともあると認識できた。現地に行く機会を増やしたかった。

(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)

放射線利用、制御の高度化は世界共通の重要な研究課題である。本共同研究を通して放射線によるエネルギーハーベスティングに関する新たな研究成果を得た。これはエネルギーの比較的小さい β 線を用いるもので、環境汚染がほとんど無く、光、熱等の外部エネルギーを用いない電池として機能する。本研究で得られたエネルギー変換効率は世界最高であり、今後の研究進展により種々の社会インフラ、または宇宙などの極限環境下での利用が可能となると期待される。

(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)

本共同研究において我々のチームにはポスドク研究者をメンバーに加えて研究を進めた。在外研究への

関心が薄れ、人的交流も苦手になりつつある若手人材を国際派に育てていくことは本提案の重要なタスクと考えている。本交流を通して世界で生き抜いていく研究者として、プレゼンスの押し出し方を学び取ることができたと確信する。この経験および本研究での成果がプラスに働き、ポスドク研究者は 2020 年 4 月に産総研の正規研究職として雇用されるに至った。

(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)

本共同研究を通して形成された日仏研究者チームは当面、国際研究会を行うことで互いのポテンシャルを高め、より高度な研究成果の発信を目指す。Web 会議の長所を活用し定期的に会議の場を設ける予定である。今後は広くダイヤモンドのエレクトロニクス応用を目指した共同研究に発展させていけると考えている。なお、研究成果である β 線ボルタ電池研究は主に日本国内で我々とその関連研究者が既に積極的に進めている。今後、極限環境での電力供給源、長時間の電圧安定性が必要とされる電子回路等で利用されると期待する。

(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

特になし。