

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]
東京農工大学・大学院工学研究院
[職・氏名]
准教授・久保 若奈
[課題番号]
JPJSBP1 20195702

1. 事業名 相手国: 英国 (振興会対応機関: The Royal Society) との共同研究

2. 研究課題名

(和文) プラズモン誘起相転移現象に基づくナノピクセルイメージセンサの創製

(英文) Nano-pixel image sensor based on plasmon-assisted phase transition

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】)

University of Southampton, Lecture, Xu Fang

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		3,770,000 円
内訳	1年度目執行経費	1,870,000 円
	2年度目執行経費	1,900,000 円
	3年度目執行経費	- 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	9名
相手国側参加者等	3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	2	3	1(0)
2年度目	0	0	0(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)

本研究は、メタ原子で構成されるメタマテリアルと二酸化バナジウム (VO_2) 薄膜の組み合わせにより実現する、光検出器の高感度化、およびナノピクセル化の実現を目的とした。目的に基づき研究を実施し、メタマテリアルと VO_2 の組み合わせることにより、メタマテリアルで発生した局所的な熱によって駆動する光検出器の動作を実験的に確認し、2020年度に共著論文として発表するに至った。加えて、共同研究の遂行および議論のなかで、本技術を活用した極薄かつ高感度な光検出器の開発の着想に至り、日本側代表者および1名の学生を相手国に派遣して共同研究を進め、極薄かつ高感度な新規光検出器の開発に関わる2報の国際共著論文を出版した。共同研究期間中に合計3報の共著論文を出版したといえる。

2019年度、日本国より相手国に対し、計2名の派遣を実施できた。2020年度に、日本および相手国のそれぞれの学生の渡航を通して、さらに共同研究を進める予定であったが、感染症蔓延の影響により、双方の行き来が滞った。代わりに共同研究の成果を、国際会議で発表する方針とし、2021年度は日本国代表者によるオンライン国際会議招待講演を4件 (META2021, SPIE Nanoscience and nanotechnology, KJF-ICOMEP, OPJ), 国内会議招待講演を1件 (第3回ナノ材料科学・応用研究会), 日本国参加学生によるオンライン国内会議を1件 (応用物理学会), を実施した。

(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)

高感度かつ高画素な光検出器は、より高精細な画像取得を可能にする重要な素子である。将来、監視カメラやドローンに搭載すれば、現在よりもさらに高感度かつ鮮明に画像を取得することが可能となり、特にセキュリティ分野における進展が期待される。

本研究はそのような社会ニーズに応える高感度かつ小型な光検出器の実現を目標とした。光検出器の開発にあたっては、微細領域における光を制御するナノフォトニクスが不可欠であるが、そのナノフォトニクスに含まれる光の伝搬・反射・吸収などの特性を電磁界計算によって求める事は、研究遂行上必須である。一方で、日本側代表者はそのような有限要素法による電磁界計算の経験がなく、ナノフォトニクス関連の研究実施に支障があった。今回、共同研究の機会を通して相手国研究者より電磁界計算の手法の教えを受け、共著論文3報を出版するに至った。共著論文はいずれも、今回の共同研究で取り組んだ電磁界計算結果が含まれる。

共同研究の中で、代表者らが開発した応答波長が可変な極薄の光検出器は、金属に導入したナノホールのサイズ・ピッチによって応答波長が可変でありながら、総厚みが40 nm程度と極薄の光検出器であり、これは既存の素子では類を見ない新規性の高い検出器である。将来的にはウェアラブルデバイスへの搭載が期待される。関連特許も取得し、今後はさらなる高感度化を目指す。

(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)

共同研究の中で、代表者らが開発した応答波長が可変な極薄の光検出器は、金属に導入したナノホールのサイズ・ピッチによって応答波長が可変でありながら、総厚みが40 nm程度と極薄の光検出器である。この光検出器の応答波長・応答性・光吸収機構などの明らかにするためには、電磁界計算による素子の吸収特性の推測が不可欠である。この共同研究の人的交流を経て日本国代表者と参加学生は、電磁界計算技術を習得し、2020年度後半には、日本国において独自に計算出来るほどに至った。本共同研究で開発した計算は、伝熱特性を考慮した電磁界計算技術であるが、実験的に得たデータも計算予測値を追従したことから、共同開発した計算手法が実験予測に利用できること、および日本側研究者は計算において初心者にもかかわらず、相手国研究者のサポートがあったからこそ、本計算手法を開発できたことが、大きな成果と言える。

(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)

高感度かつ高画素な光検出器は、より高精細な画像取得を可能にする重要な素子である。将来、監視カメラやドローンに搭載すれば、現状よりもさらに高感度かつ鮮明に画像を取得することが可能となり、特にセキュリティ分野における進展が期待される。既存の素子の応答性と比較し、現在の提案の光検出器の応答性は劣っているため、さらなる高感度化が必要であるものの、極薄でありながら簡易な加工技術で作製できる本素子は、今後のウェアラブルエレクトロニクス搭載へのニーズを満たす素子に発展すると期待できる素子といえる。

(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)

本事業を通して、2名の学生を相手国に派遣した(学部生1名、大学院生1名(2019年度当時))。派遣前、英語でのコミュニケーションが全くできない学生であったが、派遣が決定したことをきっかけに、私費で英語会話サービスを契約し、派遣前4ヶ月にわたって会話の練習をおこなった。その結果、双方ともに英語でのコミュニケーションはもちろん、国際会議での英語発表や質疑応答が可能になるほど英語が上達し、一名の学生については講演奨励賞を受賞するまでに至った。2名の学生共に、国際論文誌を出版し、本事業を介した共同研究および学生の派遣が、学生らの研究意欲を高め、特に英会話のスキル向上を促したことは明らかといえる。

(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)

短期間で人的交流も促進でき、また若手研究者養成にも大きな効果を得た感触から、この共同研究を進めるべく、より大型で長期にわたる予算申請を計画している。若手研究者の育成には国際交流が不可欠であり、今後も人的交流を主軸に共同研究の実施を模索する。

(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

特許 出願番号 2019-193493, **久保若奈**, 三輪魁斗, 東京農工大学 出願. 現在, 権利化のための手続き中.