

二国間交流事業 共同研究報告書

令和5年4月25日

独立行政法人日本学術振興会理事長 殿

[日本側代表者所属機関・部局]

国立研究開発法人理化学研究所・光量子工学研究
センター

[職・氏名]

チームリーダー・南出 泰亜

[課題番号]

JPJSBP 120207407

1. 事業名 相手国: 中国 (振興会対応機関: NSFC) との共同研究

2. 研究課題名

(和文) 新テラヘルツ波領域における高出力発生および高感度検出に関する研究

(英文) Research on novel wideband, high-sensitive terahertz spectrum detection technology

3. 共同研究実施期間 2020年4月1日～2022年12月31日 (2年9ヶ月)

【延長前】 年 月 日 ～ 年 月 日 (年 ヶ月)

4. 相手国側代表者(所属機関名・職名・氏名【全て英文】)

Tianjin University, Associate Professor, Wang Yuye

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		4,275,000 円
内訳	1年度目執行経費	1,425,000 円
	2年度目執行経費	1,425,000 円
	3年度目執行経費	1,425,000 円

6. 共同研究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	4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	0	0	0(0)
2年度目	0	0	0(0)
3年度目	0	0	0(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: 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)。カッコ内は委託費で滞在費等を負担した内数。

8. 研究交流の概要・成果等

(1)研究交流概要(全期間を通じた研究交流の目的・実施状況)

本研究交流では、新しい周波数領域 1 THz～13 THz における高出力波長可変テラヘルツ波光源の開発、および光波波長変換による高感度テラヘルツ波検出技術の開発を、理研グループと天津大学グループが共同で実施することを目的とした。具体的には、非線形光学結晶としてチタン酸リン酸カリウム (KTP) 結晶におけるテラヘルツ波－光波変換の物理的メカニズムを実験的、理論的に検討することで、100 W 級尖頭値を持つテラヘルツ波発生、およびアトジュール (aJ) レベルのテラヘルツ波検出の実現を目標とした。

当初の計画では、年1~2回程度の頻度で互いの研究者が相手先を訪問し、対面でのミーティングと共同実験の実施を計画していた。しかしながら、世界的な新型コロナウイルス (COVID-19) 感染症の影響のため海外渡航が困難になり、全研究期間を通じて対面での研究交流は一度も実現できなかったため、研究交流の方式をオンラインミーティングに変更した。全研究期間中 (2020 年 4 月～2022 年 12 月) に計 6 回のオンラインミーティングを開催し、互いの研究進捗報告と議論を通じて密な連携による共同研究を実施した。

(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)

理研グループと天津大学グループは、同じ学理を基盤として世界的に先駆的な研究を実施しており、それぞれ独自の異なった技術により研究成果をあげている。理研グループは、これまでニオブ酸リチウム (LN) 結晶を用いて超高効率波長変換を実現しているが主にサブ THz から 5 THz の周波数領域で顕著な成果をあげてきた。一方、天津大学グループは、これまで KTP 結晶を用いて 5THz 以上 13 THz までの周波数開拓に関して先導しているが、高効率変換や特に光波変換による検出は未経験であった。

本研究交流を通じた密な連携により、理研グループでは KTP 結晶を用いたサブナノ秒レーザー励起による周波数 5.7THz のテラヘルツ波発生に成功し、出力尖頭値として 50 W を得た。また、天津大学グループでは、KTP 結晶を用いたナノ秒レーザー励起による周波数 4.26~4.50 THz および 4.80~4.92 THz の高感度テラヘルツ波検出に成功し、最小検出可能パルスエネルギーとして 2.35 fJ/pulse を達成した。この成果については、査読付き国際学術論文誌にて共同発表を行った【Y. Wang *et al.*, Opt. Lett. **47**, 5853 (2022).】。

(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)

相手国との交流として、以下の通りオンラインミーティング (Zoom) を開催し、互いの研究進捗報告と議論を行った。

- 第1回 2020 年 7 月 参加者:理研グループ 5 名, 天津大学グループ 15 名
- 第2回 2021 年 1 月 参加者:理研グループ 4 名, 天津大学グループ 14 名
- 第3回 2021 年 4 月 参加者:理研グループ 4 名, 天津大学グループ 14 名
- 第4回 2021 年 9 月 参加者:理研グループ 4 名, 天津大学グループ 20 名
- 第5回 2021 年 12 月 参加者:理研グループ 3 名, 天津大学グループ 18 名
- 第6回 2022 年 4 月 参加者:理研グループ 2 名, 天津大学グループ 10 名
- (第7回 2023 年 2 月 参加者:理研グループ 3 名, 天津大学グループ 8 名)

(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)

本研究交流によって得られた研究成果をより発展させることにより、これまで利用可能であったテラヘルツ波の周波数領域を約 5 倍に拡大でき、赤外・中赤外線との接続が現実化する。そのため、電波から光波までの連続したスペクトル利用がより一層注目され、非破壊検査応用などを中心として産業界に大きな貢献が期待される。特に、製薬、医療、農業、セキュリティ、基礎科学など多くの分野でテラヘルツ指紋スペクトルを利用した新しい応用の出現が期待される。

(5)若手研究者養成への貢献(若手研究者養成への取組、成果)

当初計画していた対面での研究交流は実施できなかったが、オンラインミーティングに切り替えて理研グループ、天津大学グループの若手研究者および学生を積極的に参加させ、研究進捗発表や研究討論を実施し、国際共同研究の経験と役割意識を経験させた。

(6)将来発展可能性(本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)

本研究交流を通じて両者の研究について理解が深まったため、新しい研究提案ができるようになった。現在、理研グループと天津大学グループの新規共同研究を検討している。特に、2023 年から海外渡航規制は緩和され、本研究交流期間内に実現できなかった対面での研究交流の機会を設けたいと考えている。今後の共同研究について議論し、他の研究補助事業への展開を考えている。

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

例:大学間協定の締結、他事業への展開、受賞など

特になし。