

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]
国立研究開発法人物質・材料研究機構
国際ナノアーキテクニクス研究拠点
[職・氏名]
MANA 主任研究者 胡曉
[課題番号]
JPJSBP 120219942

1. 事業名 相手国: オランダ (振興会対応機関: OP) との共同研究

2. 研究課題名

(和文) 分子グラフェンを用いたトポロジカル電子状態の創成と操作

(英文) Creation and Manipulation of Topological Electronic States Based on Molecular Graphene

3. 共同研究実施期間 令和3年4月1日 ～ 令和5年3月31日 (2年0ヶ月)【延長前】 令和3年4月1日 ～ 令和5年3月31日 (2年0ヶ月)

4. 相手国側代表者(所属機関名・職名・氏名【全て英文】)

Debye Institute for Nanomaterials Science, Utrecht University, the
Netherlands, Associate Professor, Ingmar SWART

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		2,808,762 円
内訳	1年度目執行経費	1,805,000 円
	2年度目執行経費	1,003,762 円
	3年度目執行経費	- 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	8名
相手国側参加者等	11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	3	0	0(0)
3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: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)

ディラック分散関係を有する蜂の巣構造の局所変形によるトポロジカル状態発現の理論で世界を先駆けた研究代表者のグループと、STM によるナノスケール“分子グラフェン”創成と操作に関して世界最高な実験技法を有するオランダ Utrecht 大学の実験グループとの共同研究により、トポロジカル電子状態の人工的構築及び精密操作を通じて、新奇で有用なトポロジカル電子状態の発現、トポロジカル電子状態間の関連の解明が研究交流の目的である。2021 年度はコロナ禍の影響でオランダへの渡航が実行できなかったため、日本とオランダチームがそれぞれの理論や実験設計についてメール等によって交流した。2022 年度は代表者と共同研究者がオランダに渡航し、ミニワークショップの開催を通じて、研究成果報告と研究交流を実施した。

(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)

蜂の巣構造をなす分子グラフェンのホッピングエネルギーの空間テクスチャーの導入によるトポロジカル状態の発現、ホーリーグラフィン(holey graphyne)等のカーボン系における大きいバンドギャップを示すトポロジカルカイラル電子状態の存在等について新たな知見が得られた。研究成果については現在学術論文 2 編を執筆中である。

(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)

コロナ蔓延の影響で、学術交流が阻害されたこともあり、共同研究を通じて具体的な成果を挙げるのには至らなかった。一方で、研究代表者らの独創的な理論知見と、Ingmar Swart 博士が有している分子グラフェン操作における世界最高の実験技法を活用して、実空間構造を構築しつつ、“at will”に変形させることによって、空間構造変化と電子トポロジー変遷の関連を精確に mapping out できることを、学術交流により明確になった。これらの知見の利活用により、物質のトポロジカル相とトポロジカル量子現象の解明や、新しい量子機能の探索の土台が培われた。

(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)

リモートワーク、遠隔操作、バーチャルリアリティ等高度な情報化(IT化)と省エネルギー・資源保護による持続可能性を両立させていくためには、従来型半導体材料に支えられてきた現存の情報処理・情報伝達技術の限界を打破する必要がある。その中で、物質材料研究分野の新概念としてトポロジカル量子科学が重要な突破口と期待されている。本研究交流で得られた新しい知見であるホーリーグラフィンを利用したトポロジカル電子状態の理論解明はこの方向に沿ったものであり、今後実験検証とデバイス応用が期待される。

(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)

2022 年度に開催されたミニワークショップを通じて、二国の若手研究者が互いに刺激しあって、トポロジカル物理現象と特性の解明に向けてモチベーションが上がった。個人的なネットワークが構築できたことも今後

の研究交流と一層の研究成果に非常に有益であった。

(6)将来発展可能性(本事業を実施したことにより、今後どの様な発展の可能性が認められるか)

本事業を実施したことにより、二国間研究者の交流が一層深まり、いくつかの具体的な共同研究のアイデアが生まれた。また、今後二国間の相互訪問を定期的を実施することや、二国間のマッチングファンド等国际共同研究ができるファンディングの共同申請を確認した。

(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)

特になし