

二国間交流事業 共同研究報告書

令和4年3月31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]
名古屋大学・低温プラズマ科学研究センター
[職・氏名]
准教授・近藤博基
[課題番号]
JPJSBP 120205002

1. 事業名 相手国: スロベニア (振興会対応機関: MESS) との共同研究

2. 研究課題名

(和文) 超グラフェン新機能材料の創生

(英文) Beyond graphene -; new materials based on 2D and 3D graphene

3. 共同研究実施期間 令和2年4月1日 ~ 令和4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】)

Jozef Stefan Institute・Professor / Head of Department・Uros Cvelbar

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		3800,000 円
内訳	1年度目執行経費	1900,000 円
	2年度目執行経費	1900,000 円
	3年度目執行経費	0 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	15 名
相手国側参加者等	7 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			()

* 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)

ラジカル制御プラズマ気相堆積法によって成長した自己組織化ナノ材料であるカーボンナノウォール(CNW)を基盤として、CNW への修飾技術と組み合わせることで、CNW 複合材料および複合化技術を開発することを目的とした。具体的には、CNW 成長中の不純物ガス添加(O_2 、 N_2 、 SiH_4 、 B_2H_6 、 PH_3 など)や基板バイアス印加、成長後のプラズマ表面処理(酸化、窒化、フッ素化、水素化など)によって、CNW 表面の化学修飾を制御する。また金属・金属酸化物ナノロッドや、一本鎖 DNA オリゴマー、分子複合体被覆ナノ粒子などとの複合化・機能化技術を開発することを計画とした。

コロナ禍によって、相互の渡航が不可能となったことから、ナノ複合材料の合成と物性、デバイス特性評価は日本・スロベニアでそれぞれに実施し、オンラインベースで情報共有と議論を重ねた。具体的には、CNW の表面修飾や垂直性・面内配列の制御に取り組み、さらに新たな応用領域として、マイクロプラスチックの高分解能検出のための表面増強ラマン用テンプレートと、エクソソームの高感度検出基材などとしての検討を行った。これらの結果を2本の国際共著論文(1件投稿中)にまとめ、また国際会議での講演2件を共著で行った。

(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)

従来の基板垂直方向の配向性に加え、面内での配列制御や3次元構造制御など、新たな構造制御軸が見いだされ、プラズマプロセスにおける表面反応科学としても興味が深い。また、表面増強ラマンのテンプレートとして高分解能性・高選択性や、エクソソームの捕集基材としても高検出効率の可能性は、いずれもCNW 上端部のグラフェンエッジの物性に起因していると考えられる。CNW ならではの特徴的3次元ナノ構造とそれに由来する特異な物性を見出したものであり、ナノ材料科学の新たな展開と言える。

(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)

それぞれのサイトで行った実験結果を情報共有し、綿密に比較検討することで、一見して類似に見えるナノ材料に対する物理分析・化学分析結果の違いが、材料構造の那邊に起因するのか、踏み込んだ議論と理解をすすめることが出来た。またナノ材料のバイオ・環境分野への応用に多くの知見を有する相手国と交流することにより、日本側でも新たなバイオ応用展開をスムーズに図ることが出来た。

(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)

本研究から、CNW の新たなナノバイオ応用領域として、表面増強ラマンの高分解能性・高選択性テンプレートや、エクソソームの高検出効率捕集基材などが見出され、今後の医療・環境分野での課題の克服へのシーズと言える。一方、コロナ禍の2年間において、直接の訪問は叶わない中でも、Zoom などを通して、お互いに顔や表情を見ながらの議論を蜜に繰り返すことで、信頼関係や相互理解のための土台が築けた。

(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)

本研究の成果は2本の国際共著論文(1件投稿中)にまとめ、また国際会議での共著講演2件を行った。国際共著論文の1件(投稿中)は、相手国側の博士課程学生の主著であり、同氏の学位取得にも貢献している。また日本側においても、博士課程前期・後期の学生が関連テーマについて2年間で合計13件の国際会議での発表を行い、本研究事業を通じて大きな経験と実績を得た。

(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)

従来の基板垂直方向の配向性に加え、面内での配列制御や 3 次元構造制御など、新たな構造制御軸が見いだされ、多くの新しい応用の可能性が想定される。また、表面増強ラマンのテンプレートとして、高分解能性・高選択性が見いだされ、エクソソームの捕集基材としても高検出効率の可能性が見出されている。これら基礎から応用までの発見は、いずれも CNW 上端部のグラフェンエッジの物性に起因していると考えられる。CNW ならではの特徴的 3 次元ナノ構造とそれに由来する特異な物性に基因した応用の発芽であり、今後のナノバイオ応用展開の本格化が期待できる。

(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

これまでも CNW を基軸とした共同研究を実施してきたチェコ共和国なども加え、更に拡大した国際グループでの新しい国際連携事業の本年度中の申請計画を議論している。本事業の参画した博士課程前期課程の学生1名は、本事業での発表成果などに基つき、奨学金の全学免除資格を得た。