

二国間交流事業 共同研究報告書

令和5年4月30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]

関西学院大学・工学部

[職・氏名]

教授・吉川浩史

[課題番号]

JPJSBP 120207720

1. 事業名 相手国: インド (振興会対応機関: DST)との共同研究

2. 研究課題名

(和文) メソポーラスグラフェン複合材料を用いた高エネルギー密度スーパーキャパシタの開発

(英文) Development of high energy density asymmetric supercapacitor using chemically derived

mesoporous graphene-based composites materials

3. 共同研究実施期間 2020年7月1日 ~ 2023年3月31日 (2年9ヶ月)【延長前】 2020年7月1日 ~ 2022年4月30日 (1年10ヶ月)

4. 相手国側代表者(所属機関名・職名・氏名【全て英文】)

CSIR-Central Mechanical Engineering Research Institute・Senior Scientist・Kuila Tapas

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		1,950,000 円
内訳	1年度目執行経費	600,000 円
	2年度目執行経費	950,000 円
	3年度目執行経費	400,000 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	2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年度目	—	—	—(—)
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)

本研究では、インド側の高性能なグラフェン大量作製技術と、日本側研究者の電極活物質に関する知見及び電池作製技術に基づいて、実用化可能なスーパーキャパシタ用電極材料の開発を目的とする。

スーパーキャパシタ用電極材料の実用化に向けては大量の炭素材料が必要であるが、高性能な Reduced Graphene Oxide(グラフェン)の大量生産に成功しているのは、国内外を見ても数グループしかない。そのような状況の中、インド側研究者は、グラフェンやナノ炭素材料のスケールアップ合成技術の開発に成功している。ここでは、インド側研究者から供給される高性能なグラフェンやナノ炭素材料を基に、日本側研究者が有する各種酸化還元活性な活物質とナノ複合化を行うことで、新しくかつ高性能なスーパーキャパシタ用電極材料を創製するとともに、実用化可能なスーパーキャパシタ創製に挑む。そのために、双方の研究者が互いの研究室に複数回一週間程度滞在して研究交流を行う予定であったが、新型コロナウイルスの流行により、人的交流が不可となった。そこで、インド側研究者の作製したナノカーボンを送付してもらい、日本側研究者が正極活物質とのナノ複合体を創製し、その構造決定を再度インド側研究者にサンプルを送付して解析したり、日本側でも日本国内の各種共同利用施設を用いて行った。その過程では、各種オンラインツールなどを用いた意見の交換を頻繁に行った。最終的には、これらナノ複合体を正極とする高性能なスーパーキャパシタを実現し、国際共著論文として発表することができた。なお、この共同研究には日本側の大学院生が関わるなど、研究を通じた国際経験に役立った。

(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)

環境問題やエネルギー問題から、電気を貯蔵することのできる高性能な蓄電エネルギーデバイスの開発は今なお重要な研究課題である。蓄電エネルギーデバイスは、主に、電池とキャパシタに分類されるが、近年では、その両方の性質を併せ持つレドックスキャパシタ(スーパーキャパシタ)に注目が集まっている。これまでに多数の金属酸化物粒子担持型カーボンを用いたスーパーキャパシタは多数報告されているが、サイクル特性や容量などの問題から実用化にまで至った例はまだない。そこで本研究では、実用化レベルの性能を有するスーパーキャパシタ材料の開発とその実装を目的として、日本側研究者らが有する高酸化還元活性物質であるポリオキソメタレートを用いたスーパーキャパシタと複合化させたナノ複合体を電極とするスーパーキャパシタの作製を行った。その結果、現在のスーパーキャパシタの数倍の容量と数分での高速充電が可能であることを見出した。また、これが、ナノ炭素材料の特異な構造に由来することを明らかにするという学術的に新規な知見を得た。

(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)

インド側研究者の作製したナノカーボンを送付してもらい、日本側研究者が正極活物質とのナノ複合体を創製し、その構造決定を再度インド側研究者にサンプルを送付して解析したり、日本側でも日本国内の各種共同利用施設を用いて行った。その過程では、各種オンラインツールなどを用いた意見の交換を頻繁に行った。最終的には、これらナノ複合体を正極とする高性能なスーパーキャパシタを実現し、国際共著論文として発表する

ことができた。

(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)

環境問題やエネルギー問題から、電気を貯蔵することのできる高性能な蓄電エネルギーデバイスの開発は今なお重要な研究課題である。蓄電エネルギーデバイスは、主に、電池とキャパシタに分類されるが、近年では、その両方の性質を併せ持つレドックスキャパシタ(スーパーキャパシタ)に注目が集まっている。国内外を問わず、スーパーキャパシタ用電極材料に関する研究は非常に多い。しかしながら、炭素材料と酸化還元活性種のベストな組み合わせが実現できているとは言えず、その結果、これらの性能は実用化レベルにまで至っていない。本研究では、インド側の高性能なナノ炭素大量作製技術と、日本側研究者の酸化還元活性種に関する知見及び電極や電池作製技術に基づいて、高容量かつ超急速充放電可能なスーパーキャパシタを実現したという点で、エネルギー、電力といった社会的問題の解決に資する成果を得た。

(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)

新型コロナウイルスの流行により、人的交流が不可となったことで、サンプルのやり取りを中心とする研究交流となった。そこでは、日本側の大学院生やポストドクがサンプルの調整や測定に積極的に関わるなど、研究を通じた国際経験に役立ったと感じている。特に、本研究交流によるナノ複合体を正極とする高性能なスーパーキャパシタの実現とその研究成果国際共著論文として発表することができたことは、日本側の大学院生やポストドクにとって、国際研究の進め方の点で成長させるのに貢献したと思っている。このように、本研究交流は若手研究者の養成に十分役立った。

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

上述したように、本研究により高容量かつ超急速充放電可能なスーパーキャパシタを実現することができた。今後は、これを実用化に持って行くために実セルに実装するなどして真の応用へと展開したい。一方で、学術的にも新しい知見が得られており、その原理に基づいてさらに高性能なキャパシタ材料の作製への展開も可能と考えている。

(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

本研究交流による成果も含め、研究代表者の持続可能な社会の実現につながる研究成果が認められ、Sustainable Energy Institute を学内に作ることができた。