

二国間交流事業 共同研究報告書

令和6年4月9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・大学院工学研究科
[職・氏名]
教授・梅原徳次
[課題番号]
JPJSBP 120207403

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) ナノ構造を制御したカーボン系硬質膜の超低摩擦発現メカニズムの解明

(英文) Clarification of ultra low friction mechanisms of nano structure controlled carbon hard coatings

3. 共同研究実施期間 2020年4月1日 ~ 2024年3月31日 (4年0ヶ月)【延長前】 2020年4月1日 ~ 2022年12月31日 (2年9ヶ月)

4. 相手国側代表者(所属機関名・職名・氏名【全て英文】)

Institute of Nanosurface Science and Engineering (INSE),
Shenzhen University, Professor, Dongfeng Diao

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		3,800,000 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	950,000 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	11 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			()

2 年度目			()
3 年度目			6(6)

* 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、申請者らが提案、実証した「反射光スペクトルによるカーボン系硬質膜のナノ構造変化層厚さの評価方法」を用いて、ナノカーボンオーバーコート層及び窒素ドーブによりカーボン系硬質膜の摩擦誘導超低摩擦発現メカニズムを明らかにすることが目的である。具体的には、深セン大学で ECR 成膜装置により 8 種類のカーボンオーバーコートカーボン系硬質膜の成膜を行い、厚さと構造が評価され、名古屋大学に送られた。名古屋大学で、Ta 含有率の異なるカーボン硬質膜において MoDTC 摩擦調整剤含有 PAO4 中で反射分光摩擦面層の場評価装置による摩擦時その場評価を行った。その結果、中国深セン大学で成膜された Ta 含有カーボン硬質膜が低摩擦を示すことが明らかとなり、そのメカニズム解明のための重要な分析結果が名古屋大で得られた。期間中オンラインの国際フォーラム 2 回と最終年に対面での国際フォーラムで共同研究の内容について検討し多。得られた研究成果が本分野の国際的学術雑誌に掲載された。

(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)

深セン大学における ECR 装置によるカーボン系硬質膜は硬質でありながら sp2 結合が多い。一方、名大での FCVA 装置でのカーボン系硬質膜は sp3 結合が多いカーボン系硬質膜である。硬さは同程度でありながら、大きく結合構造が異なるため、真空中、潤滑油中(ベース油中)及び潤滑油中(添加剤含有)での摩擦特性が大きく異なり、その原因として生成するトライボ反応膜の光学特性と硬さの違いがあることが明らかになった。これらの結果は、それぞれの環境における低摩擦を得るための最適なカーボン系硬質膜の材料設計のための重要な指針となった。

(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)

国内では得られずかつ原子オーダーの構造が詳細に明らかとなっている特性を有するカーボン系硬質膜の評価を名古屋大学で行い、優れた低摩擦特性が得られたことにより、今後低摩擦耐摩耗特性を有するカーボン系硬質膜の設計指針のための重要なデータが得られた。また、国際フォーラムとして、2 回の“**Carbon2 Tribology Forum**”の開催につながり、特定のカーボン硬質膜の研究だけでなく、関連した研究での交流が深まった。

(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)

カーボンニュートラル社会において、発生したエネルギーを有効活用することは重要であり、本研究により摩擦ゼロの機械が実現することで、エネルギー効率の飛躍的増加が期待できる。

(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)

国際共同研究によって、両国の 30 代の若手研究者同士、20 代の博士課程の学生同士の交流が深まり、材料評価、摩擦評価及び材料創成において知見が大きく深まった。

(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)

両研究室の興味対象が非常に近いが、攻め方が深セン大学が材料的、名大がトライボロジー的と異なることから、今後共同研究範囲を拡張することが有効であることが確認されており、継続する予定である。

(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)

本研究に関わった名古屋大学の橋詰直弥君が 2024 年機械学会奨励賞を受賞した。